

LA SITUACION DE LOS BOSQUES NATIVOS DE COLOMBIA Y RESULTADOS PRELIMINARES DE EXPERIMENTOS SOBRE CULTIVO DE PLANTAS AUTOCTONAS ORNAMENTALES EN EL JARDIN BOTANICO "José Celestino Mutis".

Por Luis Eduardo Mora-Osejo *

INTRODUCCION

Los autores que se han ocupado y ocupan del estudio de la Flora de Colombia están de acuerdo en señalarla como una de las Floras relativamente más ricas del planeta. Schultes (1952) calculó para Colombia 50.000 especies de plantas. La riqueza florística del país se refleja también en la abundancia de especies silvestres de gran valor ornamental, ya sea por su arquitectura, por el colorido de sus flores, inflorescencias y frutos o por la forma, tamaño y colorido de las hojas. En el siglo pasado numerosos viajeros europeos visitaron el país con el propósito de recolectar especies de valor ornamental y aclimatarlas luego en el viejo mundo. Tal el caso del famoso *Anthurium andreanum*, colectado por André en las selvas de Barbacoas y El Diviso (Nariño) y actualmente difundido por América y Europa.

El autor del presente artículo se ha ocupado en los últimos años de llevar el registro y estudiar las especies ornamentales silvestres supérstites en el territorio de Colombia; sobre todo, de aquellas aún desconocidas desde el punto de vista horticultural. Con base en expediciones realizadas por varias regiones del país y en el estudio de las colecciones del Herbario Nacional Colombiano, ha podido preparar 237 fichas que corresponden al número de especies ornamentales silvestres, susceptibles de someterse a cultivo, de acuerdo con los datos hasta ahora disponibles. Estas cifras no comprenden ni

las Orchidáceas que merecen tratamiento especial, dada su abundancia y diversidad en el país, ni las plantas ornamentales acuáticas, que requieren condiciones particulares de cultivo, como las puestas en evidencia cuando el autor realizó en el Jardín Botánico "José Celestino Mutis" ensayos de cultivo de la *Victoria amazónica*, bajo condiciones del clima de Bogotá, y en invernadero, en los años 1973-74.

Por otra parte, se han tenido en cuenta, en particular, las especies cuyo valor ornamental deriva de la vistosidad de sus flores, inflorescencias, frutos e infructescencias, o de las peculiaridades de su arquitectura. Aún así, se considera que la información recopilada es todavía incompleta. Si bien, con base en ella se pueden localizar y registrar otras especies con relativa facilidad ya que, por lo general, las características de colorido y tamaño de las flores, frutos e inflorescencias no suelen ocurrir solamente en una sino en varias especies del mismo género.

La mayoría de las especies a que se refiere la cifra anterior, procede de los bosques andinos de Colombia y muchas poblaciones tienen ahora como hábitat los bosques secundarios o residuales y se hallan en peligro de extinguirse, antes de que se haya podido preservar su patrimonio genético o, en particular, aprendido a cultivarlas y propagarlas eficientemente.

De allí que parezca oportuno hacer un análisis somero de la situación de los bosques colombianos, con base en los datos cuantitativos disponibles, a manera de preámbulo. Tal análisis tiene por objeto señalar la magnitud del daño producido por la devastación indiscriminada ya ocurrida y la consi-

* Profesor Titular, Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia. Apartado Aéreo 22237. Bogotá, D.E.

guiente amenaza hacia el futuro para el mantenimiento del patrimonio de especies silvestres, en particular, de las procedentes de las regiones andina y del litoral pacífico, sin duda, las más amenazadas actualmente.

En la segunda parte se analiza a mayor espacio el potencial de especies ornamentales y su ocurrencia en las distintas familias de plantas que componen la flora fanerogámica de Colombia.

Finalmente, en la tercera parte, se presentan algunos de los resultados preliminares de los experimentos que el autor lleva a cabo en el Jardín Botánico de Bogotá sobre plantas nativas de los bosques alto-andinos de Colombia, de valor ornamental y en peligro de desaparecer, como resultado de la devastación a que se hallan sometidos dichos bosques.

Los resultados de los experimentos que se presentan al final se han realizado bajo las condiciones del clima de la Sabana de Bogotá y mediante utilización de sombreados y "camas calientes".

En este trabajo se hace énfasis especial en la presentación de aquellos resultados que tienen significado biológico general, en cuanto contribuyen al mejor conocimiento de las plantas andinas, tanto en lo que respecta a su estructura, a sus adaptaciones y a sus interrelaciones con el medio físico. En un próximo trabajo, ahora en preparación, se tratarán también con mayor detalle las técnicas hortícolas empleadas en la propagación y en el cultivo. Tales técnicas, desde luego, se apoyan en buena parte en los nuevos conocimientos obtenidos en este estudio.

AGRADECIMIENTOS

Han prestado apoyo a las investigaciones en las cuales se fundamenta el presente trabajo, el Jardín Botánico de Bogotá, "José Celestino Mutis", la Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología e Instituto de Ciencias Naturales, COLCIENCIAS, y en la etapa preliminar, la Universidad de Nariño (1962-1965). A todas las Instituciones nombradas el autor les expresa los debidos reconocimientos.

El autor expresa asimismo reconocimientos a doña Teresa Arango Bueno, quien como Directora del Jardín Botánico, ha permitido que los estudios experimentales se lleven a cabo en los predios e instalaciones del Jardín y que esta entidad asuma algunos costos operativos de los mismos. De igual modo, el autor agradece al Ingeniero Agrónomo Francisco Sánchez Hurtado por su apoyo permanente. El autor expresa su reconocimiento de manera especial al maestro Manuel Estrada, quien estando al servicio primero de la Universidad de Nariño y más tarde del Departamento de Biología de la Universidad Nacional de Colombia, ejecutó con gran pericia y bajo la coordinación científica del autor de este estudio, la mayoría de los dibujos que lo ilustran.

Por la colaboración prestada, en una u otra forma, en los trabajos de campo y de laboratorio, el autor agradece al Biólogo Eduardo Barrera, al Sr. Carlos Santiusty, a Don Gabriel Lozano y al Sr. Mario Ortiz.

PREAMBULO

La situación de los bosques nativos en Colombia

La desaparición cada vez más acelerada de los bosques nativos de Colombia (Fig. 1), es un hecho incontrovertible. El proceso ha alcanzado en los últimos años proporciones considerables y realmente preocupantes, sobre todo en la región del Pacífico colombiano. Los departamentos más seriamente afectados han resultado, a la postre, Nariño y el Chocó. Pero los efectos negativos de la tala intensiva de los bosques espontáneos se dejan sentir también en toda la región andina colombiana.

La no existencia de una carretera que conecte la selva amazónica colombiana con los principales centros de consumo de la madera en el país, ha impedido en buena parte su destrucción irreversible. Podría afirmarse que la selva amazónica colombiana, por ahora, se protege por sí misma.

Pero, ¿qué decir de los bosques nativos subandinos, andinos y alto andinos? Evidentemente se hallan sometidos a una fuerte presión de exterminio, generado por el aumento de la población, la consiguiente expansión de la agricultura y ganadería de vertiente, de la industrialización, e inclusive, paradójicamente, de la siembra de árboles o forestaciones con especies de valor comercial, tales como el pino, el eucalipto, el ciprés, la teca, entre otros. Esto último justificado con la falsa suposición de que estas forestaciones pueden desempeñar el mismo papel ecológico que las selvas o montes nativos. Una cosa es que sea necesario, para proveer a la industria de papel de materia prima, establecer monocultivos arbóreos en zonas deforestadas en el pasado, y otra cosa, pretender justificar la continuación de la deforestación de los escasos bosques nativos supérstites, afirmando que van a ser reemplazados con bosques de pino equiparables ecológicamente a los nativos. Esto último, como se sabe, es una falacia. Dada la gran heterogeneidad de nichos ecológicos y microclimas que el propio bosque nativo genera a su interior, representa el mejor refugio para las plántulas y plantas juveniles de las especies nativas. Un monocultivo arboreo nunca puede ofrecer estas condiciones, así la especie o especies arbóreas que se utilicen sean nativas. La gran diversidad florística es una de las características peculiares del bosque nativo.

Los factores mencionados, sumados a los anacrónicos sistemas de colonización y tenencia de la tierra, los absurdos sistemas de explotación de los bosques que operan la base de considerar a éstos y a los árboles nativos, como simples artículos de consumo, son en buena parte, los determinantes de la desaparición de los bosques nativos en Colombia.



Fig. 1. Bosque altoandino a 2.800 m de altura bordeando el río Guamués. Fotografía tomada cerca a su nacimiento en el lago Guamués (La Cocha).

De acuerdo con Delgado y Vallejo (1977,2) podemos distinguir las siguientes épocas en la utilización de los bosques nativos en Colombia: de 1900 a 1939 la utilización de los bosques se centró en la explotación de las maderas de alto valor comercial, así como la de las resinas y productos medicinales de origen vegetal. En esta época, se produjo la devastación de extensas áreas boscosas de la cordillera central. Entre 1940 y 1953, el gobierno entregó a particulares considerables áreas para la explotación forestal, de acuerdo con el sistema de concesiones. Pero la época de mayor devastación del bosque nativo fue la comprendida entre 1953-1963: coincide con el establecimiento de poderosas empresas dotadas de equipos sofisticados, en las áreas forestales. En ésta época comenzó también la exportación masiva de maderas nativas. De acuerdo con Delgado y Vallejo (1977,9) la producción colombiana de la madera ascendió a 3.725.810 metros cúbicos. Al mismo tiempo, el área colombiana cubierta de bosque nativo disminuyó de aproximadamente 55.036.300 hectáreas a 36.420.050 (Delgado y Vallejo, 1977-b 13-20). En consecuencia, no solamente desaparecieron del mercado especies productoras de maderas preciosas, sino que se echaron a perder áreas extensas cubiertas en antes de bosques nativos.

De las 36.420.150 hectáreas que en Colombia todavía están cubiertas por bosques nativos, 25.400.000 hectáreas corresponden a la selva amazónica. Esta última superficie se considera, por ahora, autoprottegida, debido a su acceso difícil, a sus altos niveles de heterogeneidad florística y al reducido número de individuos de la misma especie, en

las poblaciones locales. Pero, en cambio, sobre las selvas húmedas situadas en la Costa Pacífica, se está ejerciendo una fuerte presión devastadora.

Durante los últimos 16 años, solamente estos bosques produjeron el 90% de la producción anual de maderas nativas de Colombia. Consecuentemente, el área boscosa disminuyó a de 8.803.800 hectáreas a 6.373.800, de acuerdo con los datos consignados por Delgado y Vallejo (1977,18).

En cuanto se refiere a los bosques andinos y altoandinos, (Fig. 1) el país cuenta todavía con una área de 4.646.350 hectáreas. La mayor parte de éstas están ubicadas dentro de Parques Nacionales (3.779.408 hectáreas), de acuerdo con los datos del Inderena.

PRIMERA PARTE

Potencial de plantas ornamentales en la flora nativa de Colombia

En los diferentes pisos altitudinales de los tres ramales andinos, en las selvas del litoral Pacífico, en los bosques tropófilos de la Costa Caribe, en las regiones desérticas de La Guajira, en las selvas húmedas del Magdalena Medio y en la selva tropical húmeda de la Amazonía colombiana son todavía frecuentes plantas que llaman la atención por sus flores, por sus inflorescencias, por sus hojas o por su porte atractivo.

El análisis de datos recopilados por el autor en el campo y en el Herbario Nacional Colombiano, revelan que la presencia de flores e inflorescencias visto-

sas y, en general, su atractivo no está ligado a una forma de vida particular. Las hay entre las lianas, entre los arbustos, entre los árboles y, por supuesto, entre las yerbas. Así, se encuentran lianas ornamentales en las Amarillidáceas (*Bomarea*), Apocináceas (*Odontadenia*), Asclepiadáceas (*Lahnostoma*), Bignoniáceas (*Lundia*), Convolvuláceas (*Calonyction*), Cucurbitáceas (*Gurania*), Ericáceas (*Psamisia*, *Satyria*), Malpigiáceas (*Hiraea*), Margraviáceas (*Norantea*), Pasifloráceas (*Passiflora*), Verbenáceas (*Petrea*).

Especies ornamentales arbustivas se encuentran, entre otras, en las siguientes familias: Actinidáceas (*Saurauia*), Asclepiadáceas (*Cryptostegia*) Cesalpiniáceas (*Bauhinia*), Combretáceas (*Combretum*), Asteráceas (*Diplostegium*, *Eupatorium*), Ericáceas (*Disterigma*), Fabáceas (*Clitoria*, *Dalea*), Flacourtiáceas (*Lindackeria*), Gencianáceas (*Chelonanthus*, *Symbolanthus*, *Macrocarpa*), Malpigiáceas (*Hiraea*), Melastomatáceas (*Tibouchina*, *Axinea*, *Meriania*, *Centronia*), Poligaláceas (*Securidaca*) Rubiáceas (*Coutarea*, *Condaminea*, *Psychotria*, *Faramea*), Escrofulariáceas (*Aragoa*), Teáceas (*Ternstroemia*), Verbenáceas (*Petrea arborea*, *Petrea rugosa*), Velloziáceas (*Vellozia*).

Entre los arbolitos (de menos de 5 m de altura) de valor ornamental se pueden citar por familias, entre otros, los siguientes: Ochnáceas (*Godoya antioquiensis*), Meliáceas (*Qualea acuminata*), Melastomatáceas (*Meriania maxima*), Flacourtiáceas (*Casearia nitida*), Fabáceas (*Machaerium microphyllum*), Cochleospermáceas (*Cochleospermum*).

Entre los árboles de porte medio (9-12 m de altura) se pueden mencionar: Bignoniáceas (*Tabebuia chrysantha*, *Tabebuia billbergii*), Cesalpiniáceas (*Brownea ariza*), Melastomatáceas (*Centronia haemantha*, *Centronia excelsa*, *Meriania splendens*), Rubiáceas (*Ladenbergia macrocarpa*, *Landenbergia macrophylla*, *Landenbergia magnifolia*, *Cinchona cordifolia*, *Rustia splendens*), Vochisiáceas (*Vochysia*), Vitáceas (*Vitex orinocensis*). Teáceas (*Ternstroemia meridionalis*).

Entre las especies arbóreas de gran porte (de 15-40 metros de altura) y valor ornamental se mencionan, por familias, entre otras las siguientes: Apocináceas (*Couma*), Cesalpiniáceas (*Heterostemon vagelaeri*), Fabáceas (*Comourouna panamensis*), Hipocastanáceas (*Billia columbiana*), Rubiáceas (*Faramea occidentalis*), Vochisiáceas (*Vochysia thyrsoidea*).

En varios de los taxa citados se da la coincidencia de flores o inflorescencias vistosas y gran fragancia de las mismas. Entre las familias que presentan especies con estas dos características coincidentes, se destacan las Rubiáceas, de las cuales se han registrado para Colombia unas 24 especies de flores intensamente fragantes. Siguen en importancia las Mirtáceas (6 especies), las Lauráceas (4 especies), las Marcgraviáceas (5 especies del género *Souralasthea*), las Verbenáceas y Zingiberáceas (con 2 especies cada una), Actinidáceas (2 especies de *Saurauia*),

las Clusiáceas (3 especies de *Clusia*), las Flacourtiáceas (4 especies) y las Fabáceas (4 especies). También se han registrado flores ornamentales fragantes en las Miristicáceas, las Mirsináceas (4 especies), las Lecitidáceas y las Hipocastanáceas.

De acuerdo con los datos hasta ahora disponibles, por cierto incompletos, se ha podido elaborar la siguiente lista de familias con especies ornamentales. Frente a cada familia se indica el número de especies ornamentales apropiadas para el cultivo en jardines, parques públicos o viviendas:

Acantáceas	12	Actinidáceas	2
Amarillidáceas	3	Apocináceas	10
Aráceas	6	Asclepiadáceas	4
Begoniáceas	5	Bignoniáceas	22
Borragináceas	3	Cesalpiniáceas	10
Bromeliáceas	10	Cocleospermáceas	1
Cusiáceas	5	Asteráceas	7
Combretáceas	1	Crisobalanáceas	1
Colvolvuláceas	2	Ericáceas	9
Cucurbitáceas	1	Flacourtiáceas	4
Fabáceas	13	Humiriáceas	2
Hemodoráceas	2	Lecitidáceas	3
Hipocastanáceas	1	Loganiáceas	2
Labiadas	7	Malváceas	2
Lobeliáceas	3	Marantáceas	5
Malpigiáceas	5	Melastomatáceas	41
Marcgraviáceas	2	Mimosáceas	5
Meliáceas	1	Mirsináceas	1
Moráceas	1	Oenoteráceas	8
Mirtáceas	4	Piperáceas	2
Pasifloráceas	10	Rubiáceas	21
Poligaláceas	1	Escrofulariáceas	9
Poligonáceas	2	Teáceas	2
Saxifragáceas	2	Velloziáceas	3
Sapindáceas	2	Vitáceas	1
Solanáceas	9	Verbenáceas	5
Vochisiáceas	5	Zingiberáceas	6
Pteridófitos (helechos)	25		

De acuerdo con la lista sobresalen las siguientes familias: Melastomatáceas (41 especies), Rubiáceas (21 especies), Bignoniáceas (22 especies), Fabáceas (13 especies), Acantáceas (12 especies), Apocináceas (10 especies), Ericáceas (9 especies), Cesalpiniáceas (10 especies), Pteridófitos (25 especies).

SEGUNDA PARTE

Resumen de los resultados preliminares obtenidos en los experimentos sobre "Cultivo de árboles y arbustos nativos de Colombia".

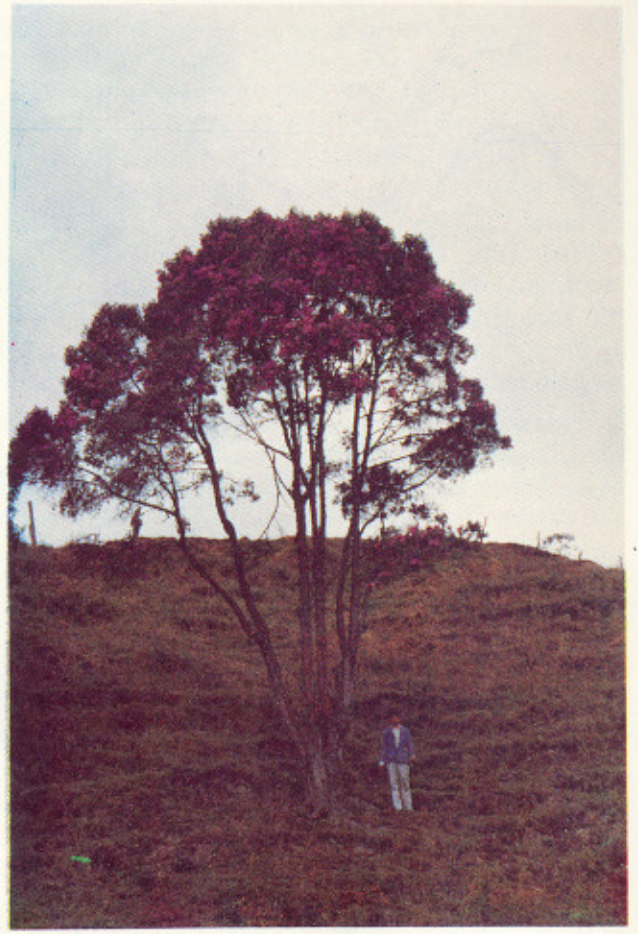
1. Especies estudiadas y metodología:

Las especies que se estudiaron con mayor detenimiento, durante la primera etapa de las investigaciones, fueron las siguientes:

Meriania nobilis, *Abatia minutiflora*, *Vallea stipularis*, *Croton mutisianus*, *Podocarpus oleifolius*, *Podocarpus rospigliosii*, *Bocconia frutescens*, *Bocconia integrifolia*, *Tecoma aestans*, *Tibouchina lepidota* (Fig. 2B) *Ficus soatensis*, *Fuchsia boliviana*, *Macleania rupestris*, *Tibouchina grossa* (Fig. 2A), *Oreopanax floribundum*, *Oreopanax bogotensis*, *Bucquetia glutinosa*, *Psidium* sp., *Ceroxylon quin-*



A



B

Fig. 2 Ejemplos de especies estudiadas. A. *Tibouchina grossa* (Siete cueros rojo), B. *Tibouchina lepidota* (Siete Cueros) y C. *Escallonia mutisii*. Especies frecuentes en los bosques altoandinos que circundan la sabana de Bogotá. Obsérvese en los tres ejemplos la promoción basitónica de las ramificaciones.

C



diuense (Fig. 5), *Schefflera Fontiana*, *Gunnera pilosa*, *Gunnera magnífica*, *Mutisia intermedia* (Fig. 4, 4a.), *Mutisia clematis*. Posteriormente, el estudio se amplió a otras especies, entre tales: *Escallonia mutisii* (Fig. 2C), *Philodendron leivae* (Figs. 23, 24), *Coriaria thymifolia*, *Solanum lisioides*, *Siphomandra betacea*, *Meriania speciosa* (Fig. 3), *Anthurium scandens* (Fig. 6) y *Anthurium crossinervium* (Fig. 7). En publicación posterior se hará referencia en mayor detalle a cada una de las especies mencionadas.

Los datos sobre germinación de las especies se obtuvieron con base en muestras de 100 semillas cada una. La germinación se llevó a efecto en cajas de Petri y sobre papel de filtro Waltham. Las cajas de Petri se situaron en cámaras de alta humedad y de una temperatura aproximada de 20°. Para cada especie con la primera protrusión registrada, se inició la determinación de los porcentajes de germinación. Posteriormente, se iniciaron registros a los 10 y a los 30 días de la implantación de las semillas (Tabla No. 1).

El crecimiento en altura del tallo y de extensión del sistema radical se estableció utilizando muestras no menores de 30 individuos. Se estudiaron también plantas en su propio ambiente natural. A través de observaciones sistemáticas llevadas a efecto en el Jardín Botánico de Bogotá "José Celestino Mutis" y en los bosques andinos vecinos a Bogotá, se obtuvieron datos sobre el comportamiento fenológico y la arquitectura de los árboles.

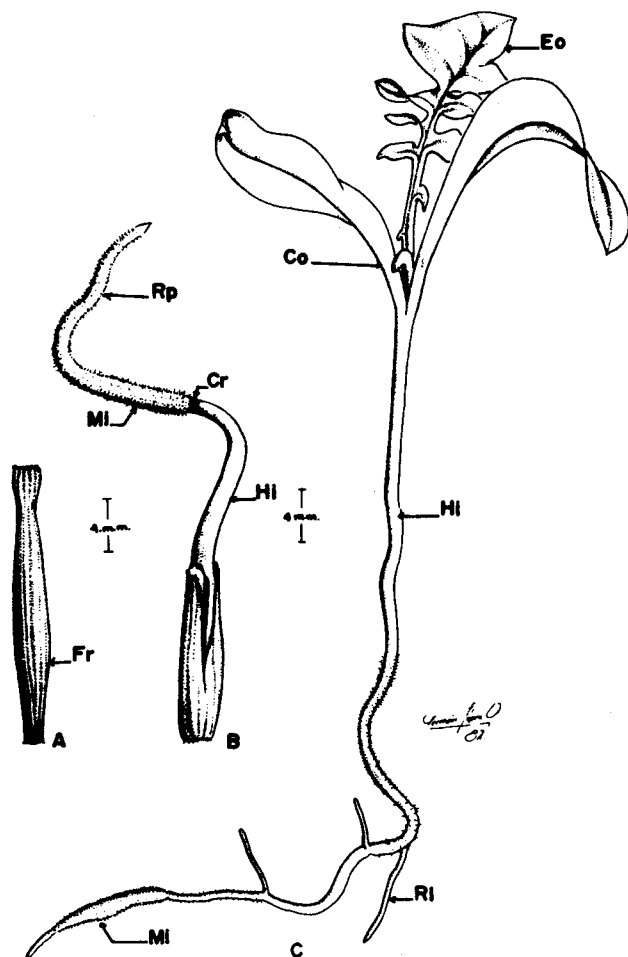


Fig. 4 Germinación de *Mutisia intermedia*: A, Fruto; B, protrusión avanzada de la radícula; C, Plántula; Rp, raíz principal; Cr, cuello de la raíz; Hi, hipocótilo; Mi, micelio micorrizante; Rl, raíz lateral; Eo, eófilo; Fr, fruto.

El área de experimentación al aire libre está localizada en el Jardín Botánico de Bogotá, "José Celestino Mutis" con una temperatura anual promedio de 15°C., 2.600 mts de elevación y con hasta 9 meses húmedos. Las especies investigadas proceden del Bosque Andino, definido por Cuatrecasas (1934) y Guhl (1974), con las siguientes características climáticas: temperatura promedio 12° - 17,5°, 2.000-3.000 m de altitud y hasta 11 meses húmedos por año.

2. Resultados

2.1. Germinación de las semillas:

Salvo algunas excepciones la mayoría de las semillas de las especies estudiadas muestran bajos porcentajes de germinación en los primeros diez días, contados a partir de la implantación (Tabla 1). Entre las excepciones se cuentan: *Macleanea rupestris*, especie pionera en sitios pedregosos del bosque andino y de los subpáramos, cuyas semillas al cabo de los diez primeros días alcanza el 33% de germinación; *Tecoma aestans*, de amplia distribución en Colombia, frecuente a orillas de los caminos sobre suelos removidos o taludes, o cultivada

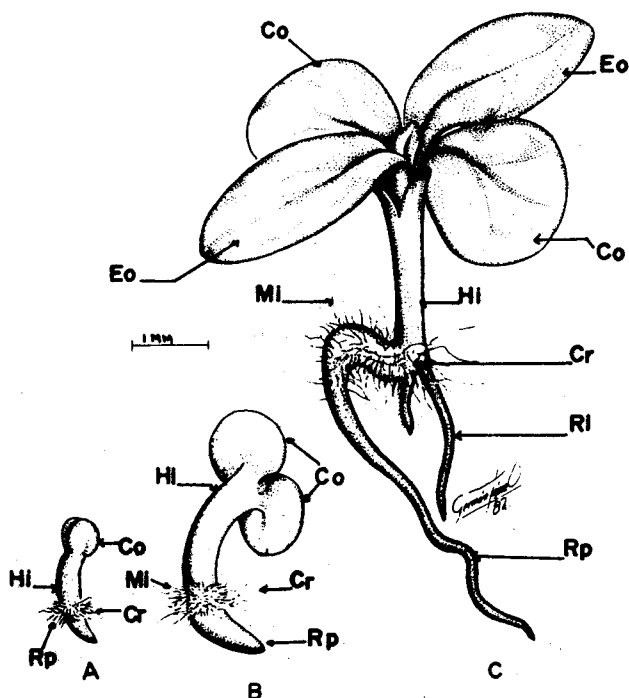


Fig. 3 *Meriania speciosa*. Poco después de ocurrir la protrusión de la radícula, en la región del cuello radical aparece el micelio micorrizante. Poco a poco el área infectada se amplía. En C la radícula ya se ha encorvado. Las primeras ramificaciones de la raíz parten también de la región del cuello. Rp, raíz principal; Cr, cuello de la raíz; Hi, hipocótilo; Co, totiledón; Rl, raíz lateral; Mi, micelio; Eo, eófilos.

en parques y jardines, al cabo de diez días ya el 40% de las semillas de esta especie han germinado y ya veinte días después se alcanza el 100% de germinación. En *Schefflera fontiana* se presentan asimismo pronto altos porcentajes de germinación. Las semillas de *Meriania nobilis* procedentes de árboles maduros, es decir, que hayan producido numerosas cosechas de semillas, al cabo de los primeros diez días, alcanzan el 75% de germinación. Sin embargo, este porcentaje se mantiene todavía estable 20 días después. Las semillas de la primera cosecha no germinan o muestran porcentajes bajísimos de germinación.

Como se desprende de la Tabla No. 1, al cabo de 30 días de la implantación, los porcentajes de germinación de las semillas de algunas especies que inicialmente mostraron bajos porcentajes mejoraron considerablemente, mientras los de otras especies, de ese mismo grupo, permanecieron más o menos estables. Entre las primeras figura *Abatia minutiflora* con el 20% de germinación; *Bucquetia glutinosa* con 90%; *Croton mutisianus* con 20%; *Tibouchina grossa* con 55%; *Tibouchina lepidota* con 12% y *Vallea stipularis* con 18%. Llama la atención, en particular, el comportamiento de las Melastomataceas, *Bucquetia glutinosa* y *Tibouchina grossa*, (Fig. 2A), y de las especies de *Gunnera* estudiadas: *G. pilosa*, *G. brephogea*, *G. magnifica* y *G. magellanica*, especies que prosperan en sitios abiertos del bosque andino y del subpáramo donde pueden inclusive invadir sitios desprovistos de vegetación y suelos removidos. En cambio, *Tibouchina lepidota* (Fig. 2B), *Abatia minutiflora* y *Vallea stipularis* si bien resisten las condiciones ambientales de sitios abiertos, prosperan mejor en las elevaciones del bosque andino, bajo condiciones de alta humedad relativa del aire. Parece ser que las semillas de estas especies germinan tan pronto caen al substrato, bajo las condiciones óptimas de alta humedad del bosque, pero permanecen viables por tiempo relativamente corto, según se desprende de la reducida diferencia entre el porcentaje inicial y el definitivo de germinación, en contraste con la relativa larga duración de la viabilidad de semillas de especies propias de sitios abiertos, tales como *Tecoma aestans*, *Bucquetia glutinosa* y aún *Meriania nobilis*. Fenómeno similar se constató también en semillas de especies procedentes de lugares abiertos y marcadamente secos, tales como *Solanum lisioides*, propios de las formaciones subxerofíticas al suroccidente de la laguna de La Herrera, Sabana de Bogotá, cuyas semillas germinaron aún un año después de haber permanecido almacenadas.

Si bien, en el campo, en torno a arbustos de *Bocconia frutescens* que han fructificado recientemente, se observan en el suelo sinnúmero de plántulas, bajo condiciones de laboratorio ocurre lo contrario, los porcentajes de germinación siempre fueron bajos y después de 30 días de implantación no superaron el 10%. Hasta ahora no se tiene una explicación de este comportamiento. Las semillas de *Bocconia integrifolia*, especie propia de los subpáramos de la vertiente oriental de la Cordillera

Oriental, mostraron siempre porcentajes más elevados de germinación (30%), después de 30 días de la implantación. Sin embargo, bajo las condiciones del clima de Bogotá, muchas plantas juveniles murieron súbitamente al presentarse descensos bruscos de la humedad relativa del aire. Al cabo de cuatro años y medio una población de 50 plantas había alcanzado ya una altura promedio de 3.75 m. cuando se presentó una helada que condujo a su desaparición súbita.

Las semillas de testa dura requieren mayor tiempo para que se produzca la imbibición y protrusión de la radícula. Tal comportamiento ocurre en *Bocconia integrifolia*, especies de *Gunnera*, *Oreopanax floribundum* y *Podocarpus rospigliossii*. Las semillas de estas especies si bien en los primeros 10 días después de la implantación no presentaron protrusiones, algunos días más tarde comenzaron a germinar y ya al cabo de 30 días de la implantación mostraban porcentajes de germinación relativamente altos (Tabla No. 1).

En ninguna de las especies estudiadas las semillas requieren un período de latencia previo a la germinación. En caso de frutos dehiscentes la apertura coincide con la maduración y caída de las semillas fértiles, esto es, provistos de embriones normalmente desarrollados. De allí que con posterioridad a la dehiscencia en los frutos solamente permanezcan semillas estériles. Si la caída de las semillas tiene lugar en el interior del bosque andino, es decir, en el ambiente natural de la planta, donde predominan condiciones de humedad, temperatura, luz y suelos óptimos, pronto germinarán. No así, si el bosque ha sido devastado y las condiciones ambientales, en particular, la luz y la humedad relativa del aire se han modificado negativamente.

Si se toma al azar varias muestras de semillas de *Fuchsia boliviana*, de cien semillas cada una y se ponen a germinar, diez días después se obtiene, en promedio, el 9% de germinación. A los 30 días los resultados no se han modificado notablemente, en cuanto que el porcentaje es ahora del 15% (Tabla 1). Sin embargo este porcentaje se puede mejorar significativamente si previamente a la implantación se seleccionan las semillas y se ponen a germinar únicamente aquellas que contengan un embrión normalmente desarrollado. De esta manera se elevó el porcentaje de germinación hasta el 90%. Con este mismo procedimiento se obtuvieron resultados similares en *Tibouchina lepidota*, *Tibouchina grossa*, *Tibouchina mollis*, *Meriania nobilis* y *Meriania speciosa*, y, en general, en especies cuyos frutos contienen gran número de semillas y existe alta probabilidad que no todas ellas contengan embriones normales.

En las especies estudiadas la germinación es epigea y cuando la semilla o la plántula no poseen órganos especializados en el almacenamiento de sustancias nutritivas, la supervivencia de las plántulas es extremadamente frágil, en cuanto depende de la actividad fotosintética de los cotiledones diminutos y eventualmente de la presencia de micelios mi-



Estrella
63

Fig. 4A Sinancio de *Mutisia intermedia*. Obsérvese los rasgos ornitófilos de los sinancios.

corricos que se sitúan generalmente en la zona del cuello de la raíz principal, (Fig. 3), en ausencia de pelos absorbentes. En las plántulas de *Mutisia intermedia*, sin embargo, los micelios micorrícicos cubren la superficie de la raíz, excepto la región apical. En las plantas juveniles se mantiene tal posición aunque el crecimiento del micelio es mayor en el cuello radical y en la región distal (Fig. 4).

Los porcentajes de germinación obtenidos en *Mutisia intermedia* oscilan en torno al 25%. Si examinan las semillas procedentes de un mismo sinancio la mayoría carecen de embrión normalmente desarrollado. Sin embargo, cuando los sinancios cuelgan expuestos a la vista de los colibríes, polinizadores naturales de las mutisias, la relación entre semillas estériles y semillas fértiles mejora notablemente a favor de estas últimas. Por lo demás, los sinancios de las diferentes especies de *Mutisia* son ejemplos de sinorganizaciones con rasgos adaptativos típicos de la polinización ornitófila, tales como: cuelgan libremente sobre algún soporte, poseen néctar abundante, presentan colores fuertes, preferentemente rojo, rojo-anaranjado y amarillo, y en la antesis los pétalos están doblados hacia arriba (Fig. 4a). Tras haberse cumplido la fecundación, se inicia el alargamiento paulatino del ovario y simultáneamente la transformación de la pared en epicarpio duro. Mientras tanto, poco a poco, las brácteas del involucre se repliegan hacia atrás, los pétalos se marchitan y desprenden y finalmente los frutos ya acompañados de sus respectivos vilanos se "abren" a manera de una sombrilla, pero sin desprenderse todavía del receptáculo. Esto último sucede por acción del viento y cuando los frutos han permanecido expuestos al aire durante algunos días. Cuando las semillas no poseen embriones normales todo este proceso deja de cumplirse y por tanto los sinancios dejan de abrirse.

Tanto en el campo como en el laboratorio se observa la tendencia de los micelios involucrados en la germinación de semillas y crecimiento de plántulas a proliferar hacia la superficie del suelo e invadir las regiones de la plántula situadas a esta misma altura, es decir, el cuello de la raíz. En otros casos, por ejemplo, *Meriania speciosa*, (Fig. 3), se observa inclusive encorvamiento de la raíz principal y ampliación del área infectada por el hongo. Mientras más exuberante sea la proliferación del micelio tanto en éstos últimos como en todos los demás casos, más vigoroso es el desarrollo y crecimiento de las plántulas. Esta observación permite conjeturar que se trata ciertamente de una relación simbiótica.

La situación es diferente cuando las semillas o las plántulas almacenan sustancias nutritivas. Las semillas de *Ceroxylon quinduense* (Fig. 5) guardan carbohidratos, entre otras compuestos, en el endosperma desde donde son extraídos paulatinamente por el sector del cotiledón transformado en haustorio. Este comportamiento permite mayor autonomía a la plántula con respecto a los cambios de los

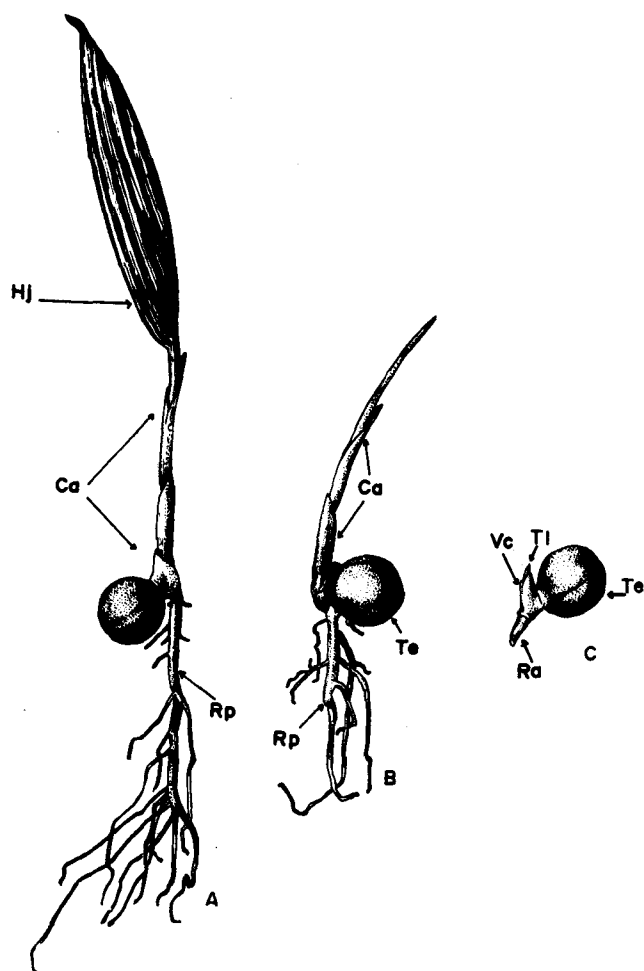


Fig. 5 Germinación de *Ceroxylon quinduense*. A. aparición del primer órgano foliar fotosintetizador. Rp, raíz principal; Ca, catafilos; Hj, hoja. B. Obsérvese la abundante ramificación de la raíz principal y la serie de catafilos. C. Protrucción de la radícula. La vaina cotiledonar envuelve la plúmula, Pl.

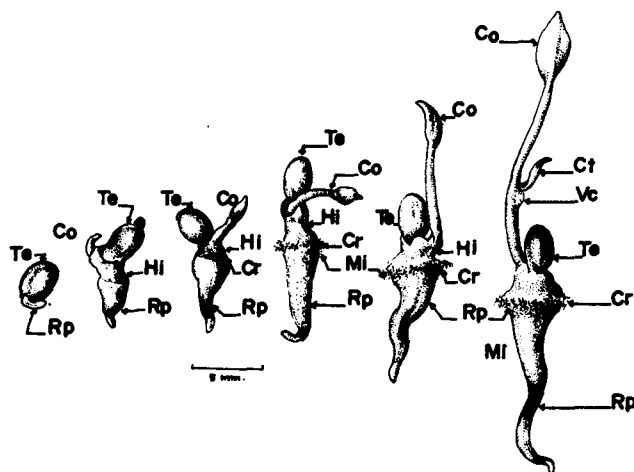


Fig. 6 Germinación de *Anthurium scandens*. Tanto la raíz principal como el hipocótilo almacenan agua y nutrientes. Rp, raíz principal; Te, testa; Hi, hipocótilo; Co, cotiledón; Mi, micelio micorrizante; Cr, cuello de la raíz; Vc, vaina cotiledonar; Ct, catafilo.

factores ambientales. Por otra parte, con anterioridad al surgimiento del primer órgano foliar fotosintetizador, el meristemo apical de la plántula forma varios catafilos que protegen la plúmula (Fig. 5). Mientras tanto la raíz principal se ha alargado y

ramificado considerablemente. En la medida que las ramificaciones se alargan la raíz principal pierde preponderancia hasta que finalmente detiene el crecimiento (Fig. 5A). Los pasos de germinación y consolidación de las plántulas descritas, permite explicar por qué conjuntos de "palmas de cera" juveniles pueden crecer en torno a la palmera madre. De esto deriva también la recomendación de incluir la "palma de cera del Quindío" entre los árboles pioneros en intentos de repoblamiento forestal de las laderas desprotegidas de nuestras cordilleras con especies arbóreas nativas. La condición de plantas heliófilas justifica asimismo la selección de estas palmeras como pioneras, con el propósito mencionado.

Las plántulas de *Anthurium scandens* (Fig. 6) al igual que las de otras Aráceas epífitas como *Anthurium crassinervium* (Fig. 7), almacenan sustancias de reserva y agua en el hipocótilo y en la región proximal de la raíz principal. Con ello, por una parte, aseguran la posibilidad de crecimiento al menos hasta conseguir apoyarse en el sustrato y el cotiledón se haya convertido en órgano fotosintetizador. Una vez alcanzado este estadio, las plántulas permanecen algún tiempo en reposo y solamente prosigue el desarrollo cuando se estabilizan las condiciones ambientales. Durante el período de reposo caulinar se amplía el sistema radical homorrhíco.

Durante la etapa juvenil de las especies estudiadas, en general, el sistema radical supera en extensión y longitud al sistema caulinar (Fig. 14A). Solamente cuando el primero ha sobrepasado determinada mínima extensión, diferente para cada especie, comienza a desarrollarse y crecer más rápidamente el sistema caulinar.

2.2. Crecimiento longitudinal del tallo

Los períodos de mayor crecimiento longitudinal coinciden con las dos épocas más húmedas del año. Pero entre mayor sea la humedad relativa del hábitat natural con respecto al sitio donde se realiza el experimento de cultivo, menor es el incremento del crecimiento longitudinal anual. Además, en varias de las especies estudiadas se observa un ritmo endógeno constante de variación en la longitud de los internodios. Los internodios más largos se forman durante las épocas húmedas del año y los cortos durante las épocas secas.

En las especies de *Oreopanax* estudiadas (*O. floribundus*, *O. bogotensis*), se observa ese ritmo de manera conspicua (Fig. 8). Durante los períodos de menor crecimiento en longitud del tallo ocurre simplificación morfológica de la hoja y reducción considerable de su tamaño; correlativamente en el período de crecimiento en longitud intenso, tiene lugar la formación de hojas de morfología y de tamaño corriente. Cuando este último comportamiento se presenta de modo exclusivo y los internodios permanecen siempre cortos o sólo se alargan después de la caída de las hojas da lugar a la forma de vida "Caulirrósula" propia de varias especies de plantas de los bosques tropicales y en particular del

páramo, por ejemplo de especies de *Espeletia* (sensu lato), descrita por Cuatrecasas (1934). Si comparamos el comportamiento de *Oreopanax* con el de *Espeletia*, vemos que el del primero puede derivarse del tipo de crecimiento en longitud del tallo de *Espeletia*, si suponemos que desaparecen las series de internodios de crecimiento intenso en longitud, y, en su defecto, se tiene solamente series de internodios de crecimiento en longitud caulinar reprimidos, con hojas de morfología y tamaño corrientes (Fig. 9). En *Espeletia congestiflora* los internodios caulinares nunca se alargan, lo cual determina la forma de vida en "roseta" de estas plantas. El meristemo terminal tiene la forma de una fosa apical, permanece siempre abierto, de tal modo que las inflorescencias (sinantoblastos) se originan lateralmente. En *Espeletia pycnophylla* (Fig. 10) fundamentalmente sucede algo similar, con la diferencia que después del marchitamiento y caída de las

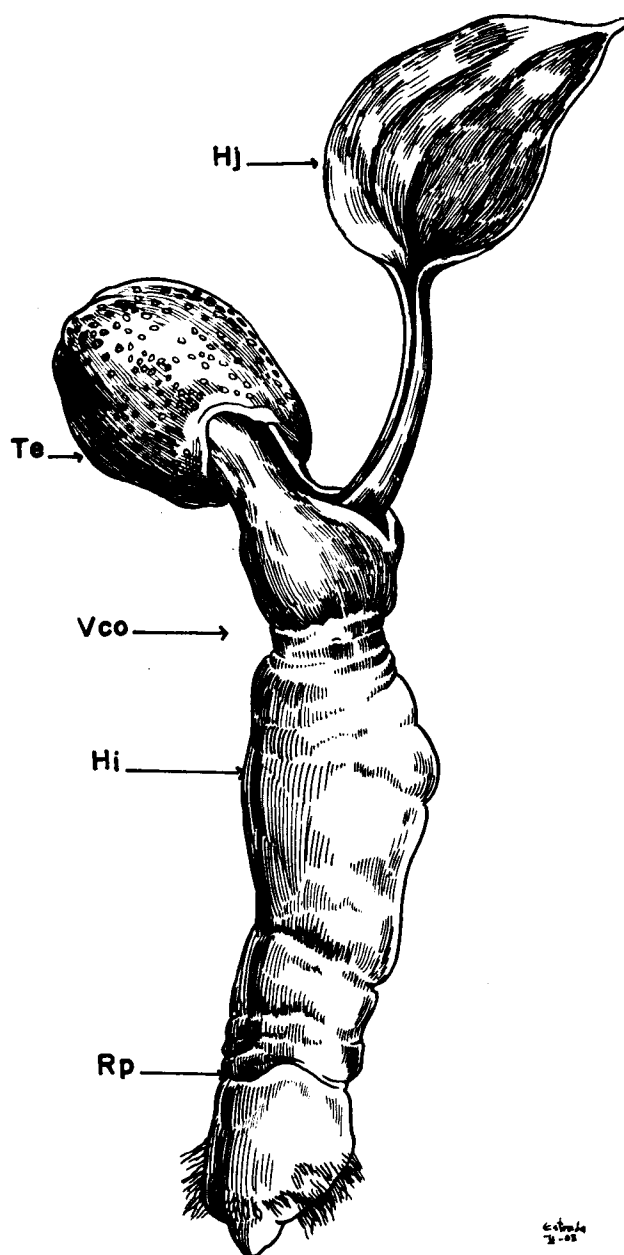


Fig. 7 Plántula de *Anthurium crassinervium*. Obsérvese el engrosamiento del hipocótilo y la raíz principal, donde se almacenan sustancias de reserva.

PORCENTAJES DE GERMINACION DE SEMILLAS Y DATOS REGISTRADOS DE CRECIMIENTO EN ALTURA

ESPECIES ESTUDIADAS	DESPUES		ALTURA O DIAMETRO EXPRESADOS EN CENTIMETROS Y EN MESES DE EDAD											
	10 DIAS	30 DIAS	4 m.e.	8 m.e.	12 m.e.	18 m.e.	20 m.e.	24 m.e.	30 m.e.	36 m.e.	42 m.e.	46 m.e.	54 m.e.	66 m.e.
	A. minutiflora	2%	20%	8	35	22 ☒	60	—	80	120	—	—	226	313
B. frutescens	8%	10%	9	22	54	130	160	235	383	—	—	400	431	540
B. integrifolia	—	40%	5	15	18	32	40	100	115	140	—	189	375	×
B. glutinosa	10%	90%	3	15	17	22	30	—	—	—	—	37	47	63
C. quindiuense	—	65%	5	7	9	14	21	—	—	35	53	80	94	122
C. mutisianus	5%	20%	15	21	35	66	77	150	241	261	391	494	625	745
F. soatensis	—	72%	2	2	12	15	17	22	—	—	—	100	143	181
F. boliviana	9%	15%	15	28	48	54	79	90	123	177	—	190	203	298
G. pilosa	—	85%	0.5/03 ⊖	0.5 ⊖	1 ⊖	1.2 ⊖	1.3 ⊖	1.4 ⊖	1.6 ⊖	1.7 ⊖	—	—	—	—
M. rupestris	33%	34%	7	8	12	15	18.5	24	29	35	42	51	100	167 △
M. nobilis	75%	75%	15	40	70	80	88	120	—	—	—	—	158	191
O. floribundus	—	20%	9	30	45	49	53	71	91	100	125	150	189	219
P. oleifolius	—	—	7	10	20	21	23	25	28	50	80	126	223	300
P. rospiglossi	—	60%	10.5	15.5	21	25	28	30	35	45	—	214	303	411
T. aestans	40%	100%	30	80	—	29 ☒	23 ☒	8	—	122	—	228	286	364
S. fontiana	50%	80%	7	—	11	—	26	—	50	80	95	110	140	198
T. grossa	12%	55%	1	—	—	16	—	40	—	—	—	—	133	164
T. lepidota	3%	12%	1	27	—	35	—	—	79	85	90	—	228	289
V. stipularis	12%	18%	6	26	30	43	—	77	102	237	—	285	400	452

☒ despues impacto helada ⊖ diametro rizoma × muerte por helada △ dos plantas m.e. meses de edad TABLA No 1.

Tabla No. 1. Porcentajes de germinación de las semillas de algunas de las especies estudiadas y datos registrados de crecimiento en altura. Para *Gunnera pilosa* se indica el aumento del diámetro del rizoma.

hojas, los internodios de la región basal de la planta comienzan a alargarse con lo cual la roseta terminal de hojas es elevada en alto, conjuntamente con las inflorescencias (sinantoblastos).

En un trabajo próximo se profundizará sobre este interesante punto que ostensiblemente es de gran significación para la comprensión tipológica y ecológica de las formas de vida de las plantas tropicales. Para el caso solamente se añade que el rizoma de las especies de *Gunnera* del subgénero *Panke*, crece longitudinalmente de modo similar al de *Espeletia*. La diferencia solamente consiste en que mientras el tallo de *Espeletia* se yergue verticalmente, el rizoma de *Gunnera* es decumbente y origina raíces caulinares en toda su longitud. Por otra parte, las hojas de *Gunnera* se originan más lentamente (plastocrono mayor) pero pueden alcanzar considerables dimensiones (Fig. 11).

En la Tabla No. 1 se recopilan los datos sobre crecimiento en longitud obtenidos a lo largo de los experimentos. Para *Gunnera* se indican los datos correspondientes al aumento en espesor del rizoma. En trabajo posterior se analizarán en detalle los datos obtenidos para cada especie.

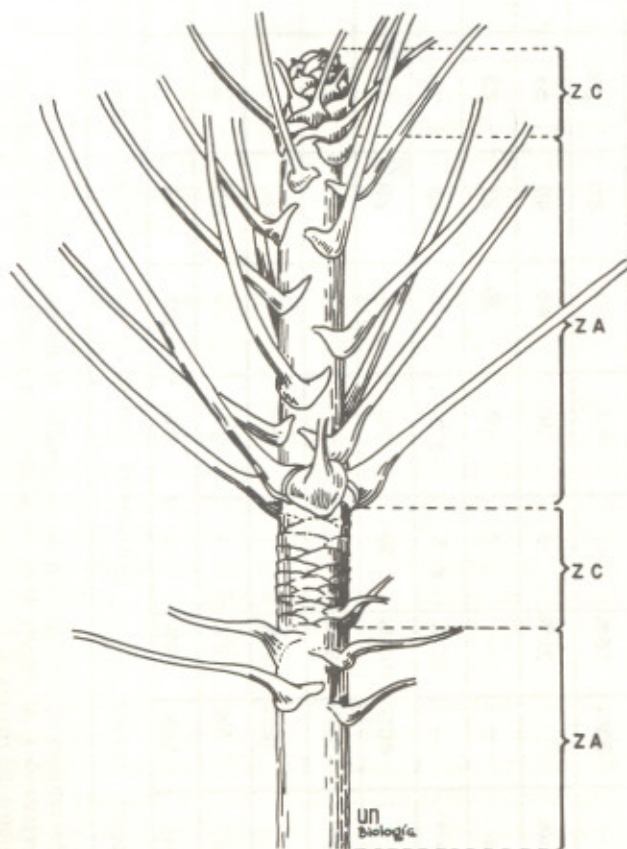


Fig. 8 La longitud de los internodios del eje caular de las especies de *Oreopanax*, varía bajo ritmo estacional constante. Los internodios largos se forman durante las épocas húmedas del año y los cortos durante las épocas secas. ZC, zona de internodios cortos; ZA, zona de internodios alargados.



Fig. 9 *Espeletia congestiflora*. Los internodios caulinares nunca se alargan lo cual determina el biotipo o forma de vida en roseta.



Fig. 10 *Espeletia pycnophilla*. Forma de crecimiento "caulirrosula", típica de algunos Frailejones. Páramo del Estero, extremo sur del lago Guamués, Nariño.



Fig. 11 *Gunnera colombiana*. Forma de crecimiento "caulirrosula". Rizoma decumbente envuelto por raíces caulinares.

2.3. Crecimiento de la raíz:

El crecimiento longitudinal del sistema radical está directamente correlacionado con el crecimiento longitudinal del tallo. En las épocas secas del año (diciembre-marzo) y (julio-septiembre), se detiene el crecimiento de la raíz y correlativamente el del tallo. En este estadio las plantas pueden permanecer sin crecer a lo largo de un período prolongado de verano. La ramificación de la raíz sigue el mismo ritmo descrito. Las raíces de algunas especies estudiadas, por ejemplo, *Macleania rupestris*,

Fuchsia boliviana var. *floribunda* y *Bomarea caldasii* almacenan agua y sustancias nutritivas (Fig. 12 y 13) en la raíz principal napiforme o en engrosamientos distales, como en *Bomarea caldasii* (Fig. 12). Para designar tales engrosamientos se propone aquí el término "tuberculoides", en ausencia de otro término en castellano, descriptivo de dichas estructuras y en razón que en nuestro idioma se reserva el término "tubérculo" para designar los engrosamientos caulinares. Tuberculoide tendría el mismo significado del término "tuberosidad", propuesto por Saint-Hilaire, citado por Font Quer (1953).

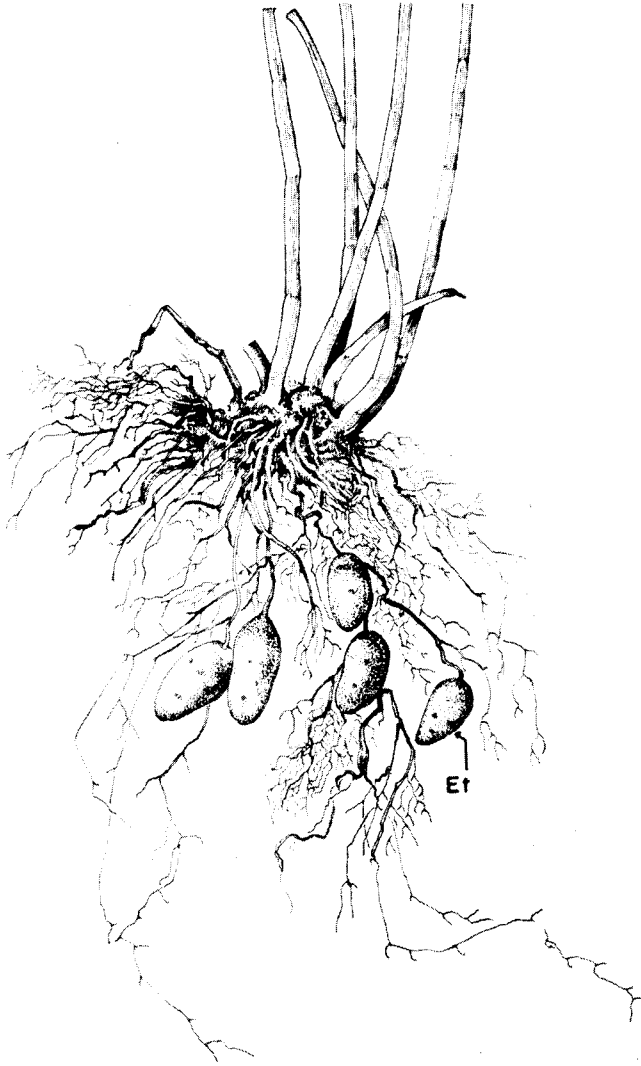
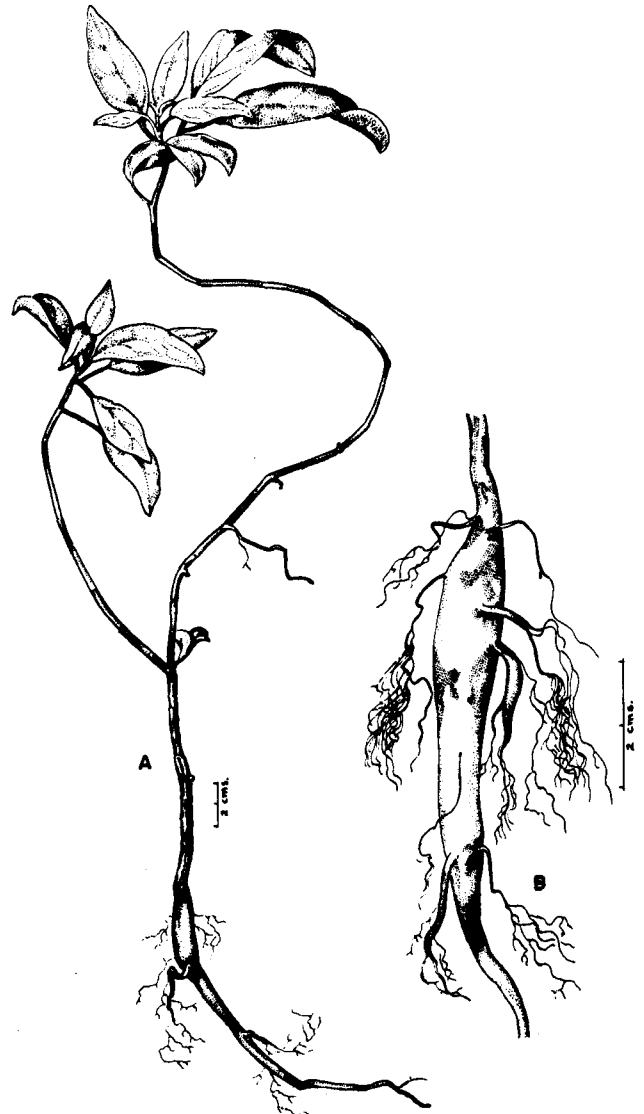


Fig. 12 *Bomarea caldasii*. Las raíces desarrollan engrosamientos distales o "tuberculoides" donde se almacenan agua y sustancias de reserva.

Fig. 13 *Fuchsia boliviana*. A, Planta juvenil con raíz principal engrosada. B, Raíz principal y ramificaciones ampliadas para apreciar el grado de engrosamiento.



2.4. Arquitectura de las especies estudiadas

Una de las características arquitectónicas sobresalientes de la mayoría de las especies estudiadas, consiste en la promoción basitónica del crecimiento de todo el sistema de ejes de ramificación del tallo (Fig. 2). Esto se cumple, tanto en las especies de porte arbustivo como las de porte arboreo. Además, la basitonía se manifiesta ya en plantas juveniles, por ejemplo, de *Vallea stipularis* (Fig. 14B).

Las especies de crecimiento basitónico son más resistentes a las heladas que las especies con sistema de ramificación caulinar acrotónico. Las primeras se reproducen también con gran facilidad vegetativamente, por esqueje (Fig. 14C), no así las segundas. En la naturaleza esto último puede ocurrir espontáneamente.

Algunas de las especies de *Podocarpus*, por ejemplo, *P. oleifolius*, se caracterizan por el crecimiento estratificado del tallo. Zonas de promoción de la ramificación alternan con zonas de inhibición de las ramificaciones, (Fig. 15). Esta estratificación guarda relación con el ritmo de crecimiento de la raíz y desde luego con las épocas húmedas y secas del año. Aparentemente se trata de una estrategia dirigida a proteger las plantas durante las épocas de sequía, como ya se mencionó atrás. Los árboles de *Podocarpus* son monopodiales, al menos mientras la yema terminal no sufra deterioros; cuando esto último ocurre, una, dos o más yemas de las más próximas al ápice del árbol comienzan a crecer con mayor intensidad simultáneamente y reemplazan finalmente a la yema principal. Esto último en cuanto adoptan posición vertical y presentan la misma polaridad de la yema principal, y por consiguiente pueden construir la arquitectura del árbol. Las yemas terminales de las ramificaciones más inferiores no tienen esta capacidad. Cuando se las siembra a manera de esquejes, una vez enraizadas, continúan el crecimiento, forman nuevas ramificaciones del orden siguiente y sucesivos, pero nunca reconstruyen la arquitectura total del árbol, como pudo comprobarse experimentalmente a lo largo de este estudio; al igual de lo que ocurre en otras coníferas. La continuación del crecimiento mediante el crecimiento simultáneo de varias yemas conduce a que el árbol adopte derivativamente arquitectura simpodial, en particular, si el fenómeno se repite varias veces. En los bosques andinos al lado de árboles de *Podocarpus* maduros simpodiales, se encuentran árboles monopodiales jóvenes.

Las especies heliófilas, tales como *Croton mutianus*, *Vallea stipularis* y *Tecoma aestans*, entre otras, presentan desarrollo hipotónico de las ramificaciones de la copa. En ambos casos, además, el crecimiento es simpodial, en la medida que tras cada período vegetativo las ramificaciones forman inflorescencias. Después de la frutificación, las yemas más cercanas a la infructescencia se desarrollan y renuevan el crecimiento de la copa. De este conjunto de ramificaciones la más inferior es siempre la que más fuertemente se desarrolla, de donde resulta la hipotonía (Fig. 16) ya mencionada. Me-

dante el desarrollo hipotónico de las ramificaciones se optimiza la exposición de hojas y de las inflorescencias a la luz.

Este comportamiento y el crecimiento basitónico de toda la planta determinan el surgimiento de varios vástagos principales del mismo grado de ramificación (Figs. 2, 17 y 18), y por otra parte el surgimiento de un tronco principal muy corto (Fig. 17), a manera de un xilopodio. La hipotonía determina que la copa se ensanche en cada período de crecimiento vegetativo, mientras la altura del árbol tiende a estabilizarse cada vez más.

En el caso de *Bocconia frutescens* y *Bocconia integrifolia* la presencia de varios vástagos principales del mismo grado de ramificación está determinada por el desarrollo basitónico de toda planta (Fig. 18). Las ramificaciones de segundo grado surgen después de que han florecido y frutificado los vástagos de primer orden. Las yemas basales actúan como yemas de renuevo, en cuanto producen nuevos vástagos principales, caracterizados por presentar crecimiento rápido. Entre la zona de innovación y la inflorescencia terminal se encuentra una extensa zona de inhibición, caracterizada por la presencia de yemas de reposo las cuales solamente se desarrollan si el vástago principal florece. Esto ocurre, por lo general, en una de las épocas secas del año. Cuando esto sucede las yemas más próximas a la inflorescencia comienzan a crecer, luego las inmediatamente inferiores y así sucesivamente. Al final se obtiene un sistema de ramificación basipe-tal-acrotónico. Las ramificaciones próximas a la inflorescencia terminal (vástagos distales) presentan internodios más cortos que los del vástago principal y florecen en la siguiente época seca del año. Cuando esto ocurre pueden surgir ramificaciones de tercer orden, y así sucesivamente.

En resumen, el sistema caulinar de *Bocconia* se caracteriza por la fuerte dominancia apical en el crecimiento de los vástagos de diferente orden. Solamente cuando ésta se suprime por efecto de la floración —o experimentalmente mediante supresión de la yema terminal— se desarrollan las ramificaciones distales. Correlativamente, se puede observar en muchos casos que cuando por causas no determinadas, se presenta desarrollo proléptico de los vástagos de renuevo (basales), el crecimiento del vástago principal se inhibe y en la mayoría de estos casos oblitera prematuramente. Sería interesante profundizar en este estudio y en el de los fenómenos fisiológicos conexos.

Este último comportamiento recuerda el de otra planta arbustiva colonizadora de amplia distribución circumpacífica y frecuente en vallados y cercas en las regiones de clima frío de Colombia: *Coriaria thymifolia*. Sin embargo, mientras en las especies estudiadas de *Bocconia* la degeneración seguida de supresión del vástago principal es ocasional, en *Coriaria thymifolia*, por regla general, después de que el vástago principal ha alcanzado unos 18 centímetros de longitud y formado los primeros cinco o seis pares de hojas, fenece y es sustituido



A

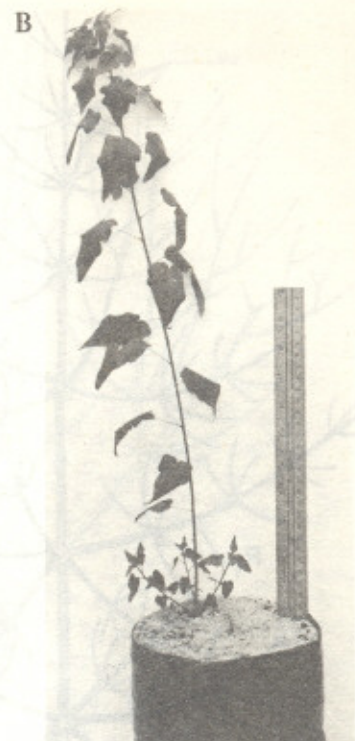


Fig. 14 A. *Tibouchina lepidota*. Planta juvenil. El sistema radical supera en extensión y longitud al sistema caulinar. B. *Vallea stipularis*. Planta juvenil. Obsérvese el brote de tres nuevos vástagos de renuevo basales. Las yemas axilares de las hojas superiores permanecen en reposo, promoción basitónica. C. *Vallea stipularis*, multiplicación vegetativa por esqueje.



C

por los vástagos basales de renuevo que muestran, desde el comienzo, vigoroso crecimiento. Tanto en *Bocconia* como en *Coriaria* se forma con el transcurso del tiempo y a medida que la base del eje principal y de los vástagos de renuevo se engrosan, un xilopodio.

Las copas de los árboles del siete-cueros (*Tibouchina lepidota*) representan, en contraste con los ejemplos anteriores, sistemas monopodiales. El eje caulinar principal no solamente se mantiene sino que su crecimiento predomina sobre el de las ramificaciones. Estas presentan promoción basimesotónica (Fig. 19), lo cual determina la forma cónica característica de los árboles de esta especie.

Cuando por cualquier circunstancia sufre algún daño el ápice meristemático del eje caulinar principal, el sistema se torna paulatinamente basitónico y poco a poco los árboles adoptan la forma de parásol, similar a la de *Croton mutisianus* (Fig. 17). En otras variedades de *T. lepidota*, la traumatización del meristemo terminal determina que varias ramificaciones asuman la función del vástago principal (Fig. 23). En cada ramificación se acentúa el crecimiento monopodial y poco a poco, la posición horizontal se transforma en vertical. Mediante esta estrategia de crecimiento se logra exponer a la luz plena a todas las hojas, condición, a la vez indispensable para que ocurra floración, como se pudo comprobar experimentalmente.

Fig. 16 *Croton mutisianus*.
Arquitectura del árbol. VP vástago principal; I, II, III, IV, ramificaciones de diferente orden concatenadas en simpodio. Se señala con una x el sitio donde se encontraban inflorescencias.

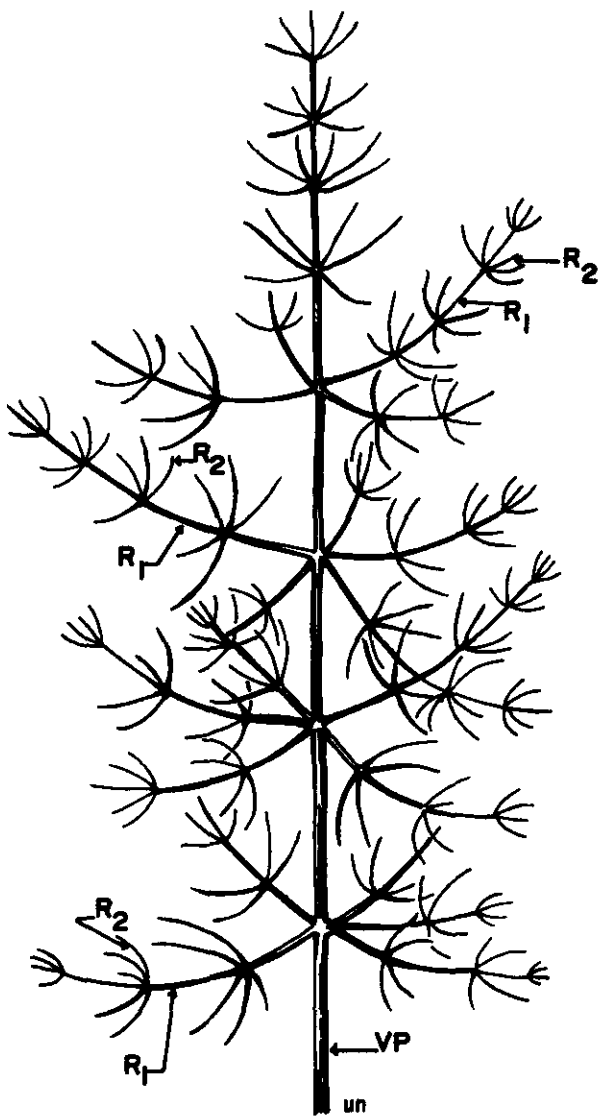


Fig. 15 *Podocarpus oleifolius*. Arquitectura caular estratificada. Zonas de ramificación del vástago principal o de las ramificaciones de primer orden alteran con zonas desprovistas de ramificaciones.

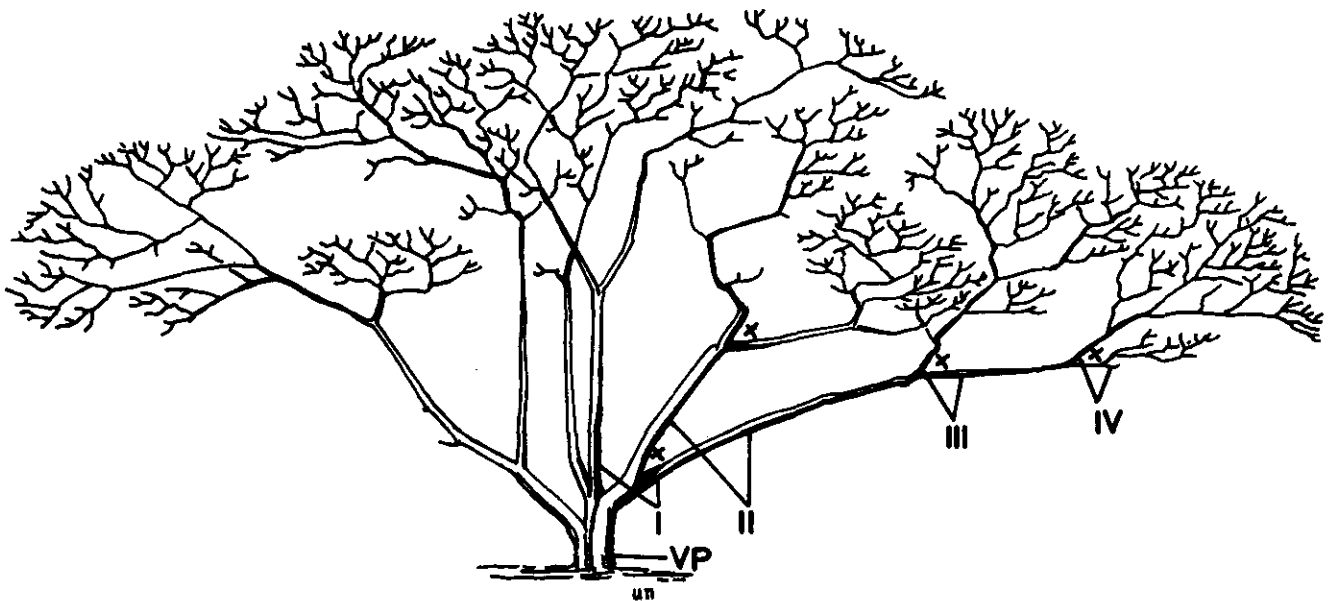
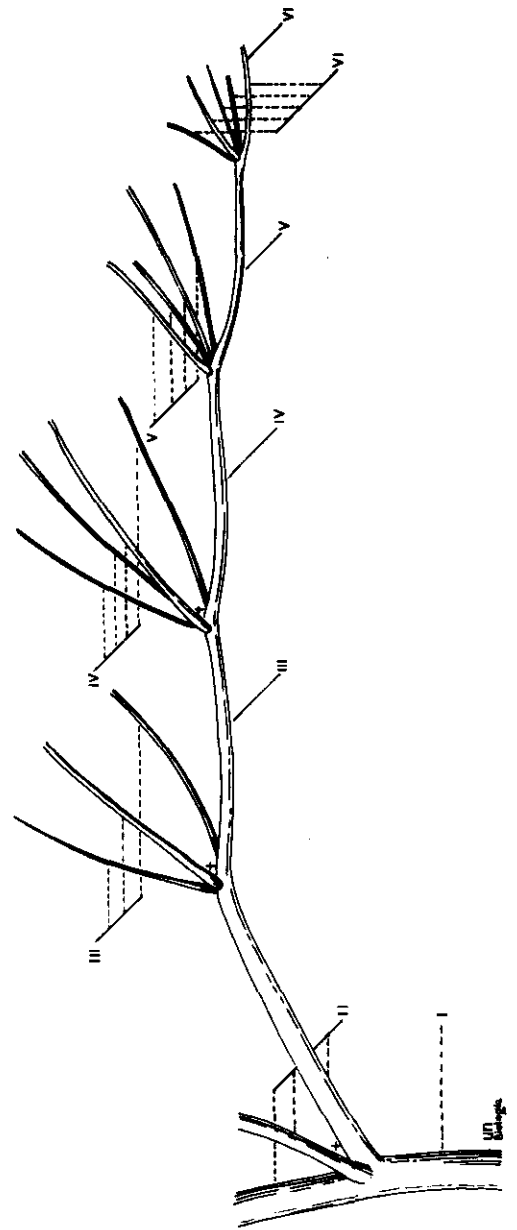


Fig. 17 *Croton mutisianus*. Representación semiesquemática del sistema de ramificación de las ramas que forman la copa. I, II, III, IV, V, ramificaciones de orden diferente, concatenadas en simpodio. La cruz (x) indica el sitio donde se encontraba la inflorescencia respectiva. En cada conjunto de ramificaciones la inferior es la más fuerte (hipotonía).

Fig. 18 *Bocconia frutescens*. Arquitectura de la planta. Sistema de ramificación basitónico. A veces el eje principal oblitera. En la base del sistema y bajo tierra se desarrolla un xilopodio, I, II, III, IV ramificaciones de diferente orden. Se señala con una x el sitio donde se encontraba una inflorescencia. Vr, vástago de renuevo; Vp, vástagos procedentes de yemas de reposo; Vd, vástagos distales.

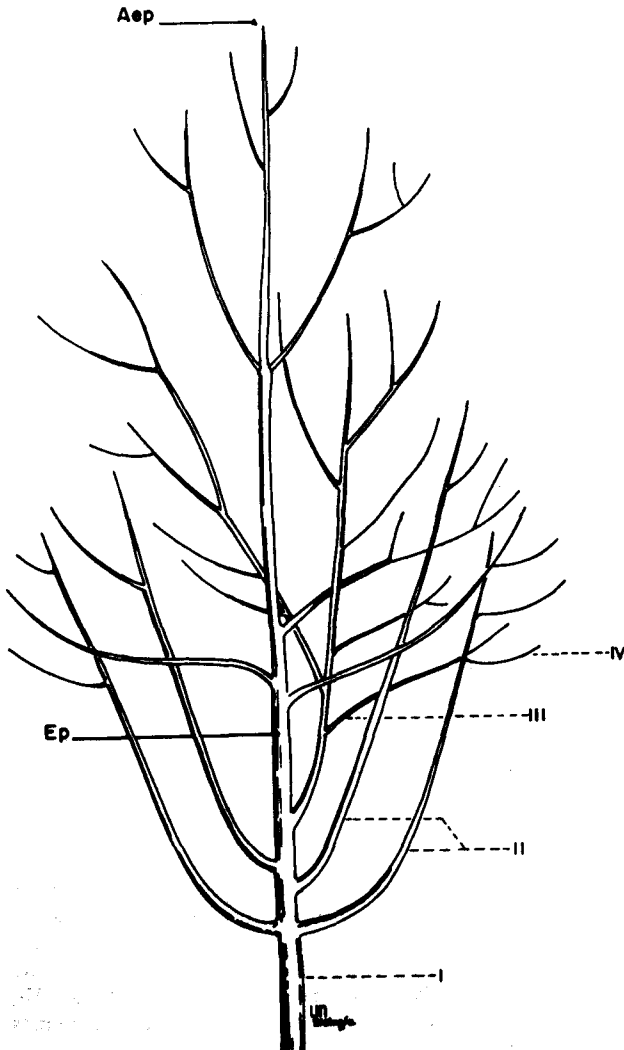
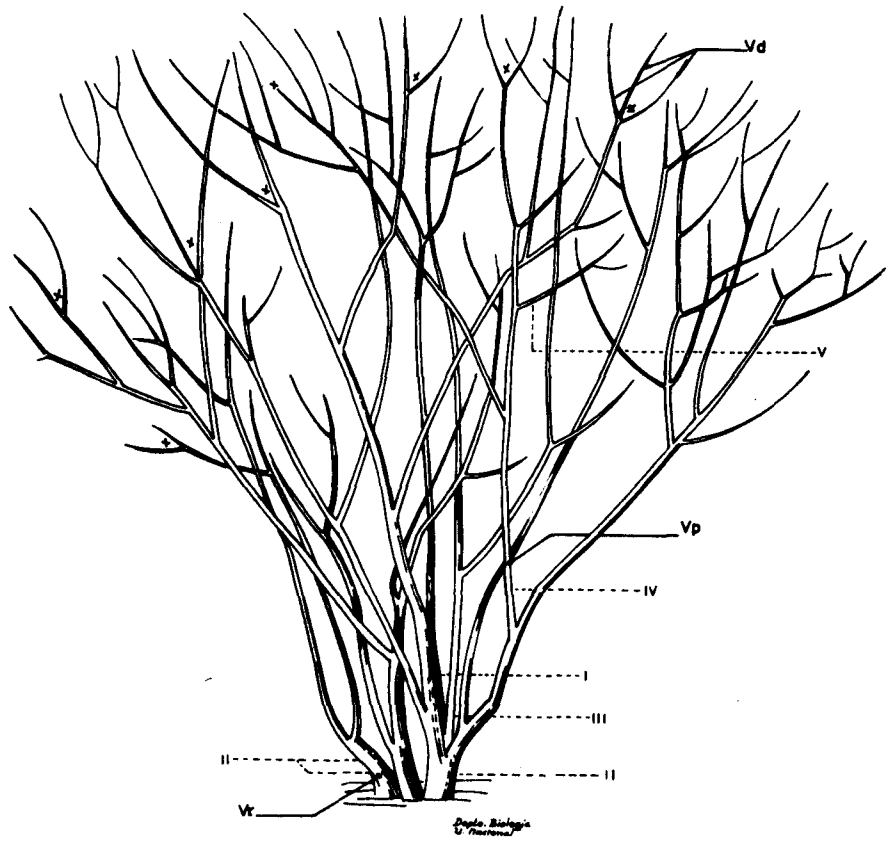


Fig. 19 *Tibouchina lepidota*. Arquitectura del árbol. Obsérvese la predominancia del eje caulinar principal sobre las ramificaciones. Estas presentan promoción del crecimiento basimesotónica. I, II, III, IV, ramificaciones de diferente orden. Ep, eje principal.

2.5 Impacto de las heladas y adaptaciones protectoras de las especies estudiadas

Las observaciones realizadas, sobre todo bajo condiciones experimentales y en reductos de bosques naturales, pusieron en evidencia la alta sensibilidad de las especies estudiadas a las heladas y a los descensos bruscos de la humedad relativa del aire que ocurren simultáneamente con mayor frecuencia en las épocas secas del año (Fig. 32). Las especies más sensibles son aquellas que presentan los incrementos más pequeños en el crecimiento longitudinal del tallo y la raíz, en cada época de lluvia. Por lo general, se trata de especies de los bosques altoandinos y del subpáramo, tales como: *Tibouchina lepidota*, *Abatia minutiflora* (plantas jóvenes) *Bocconia integrifolia*, *Fuchsia boliviana*, *Tecoma aestans*.

Se pudo establecer que las especies estudiadas presentan diversas adaptaciones morfológicas que amortiguan el impacto de las heladas y de las fluctuaciones de la humedad relativa del aire. Tales adaptaciones, entre otras, consisten en la caída de las hojas (Fig. 20), presencia de catáfilos o tegmentos (Fig. 21) y estípulas mediales protectoras

de las yemas terminales (Fig. 22), sistemas radicales extensos (Fig. 14A), crecimiento basitónico del tallo (Fig. 17) crecimiento longitudinal rítmico del tallo, como en *Oreopanax* (Fig. 8), marchitamiento seguido de desprendimiento de ramificaciones, por ejemplo, en especies de *Meriania*. En especies de *Philodendron*, por ejemplo, *Ph. leivae* (Fig. 23), una capa protectora de suber recubre toda la superficie del tallo y encierra las yemas vegetativas mientras éstas permanecen en reposo. Con el tiempo, la capa de corcho aumenta en espesor y las yemas vegetativas por ella cubiertas, tienen que romperla para poder continuar su crecimiento. Las yemas vegetativas siempre se forman en las axilas de los catafilos, mientras que las inflorescencias en las axilas de los nomofilos (Fig. 24). Allí permanecen largo tiempo en estado de reposo hasta que en un momento dado, por lo general, después de que se ha producido la caída masiva de hojas por amarillamiento, al acercarse el fin del año, cuando en Bogotá los días son ligeramente más cortos, se produce el desenvolvimiento y apertura de los espádices, de acuerdo con el orden de aparición en el simpodio (Fig. 24). Esta especie es propia de las zonas bajas ardientes pero pudo aclimatarse en Bogotá.

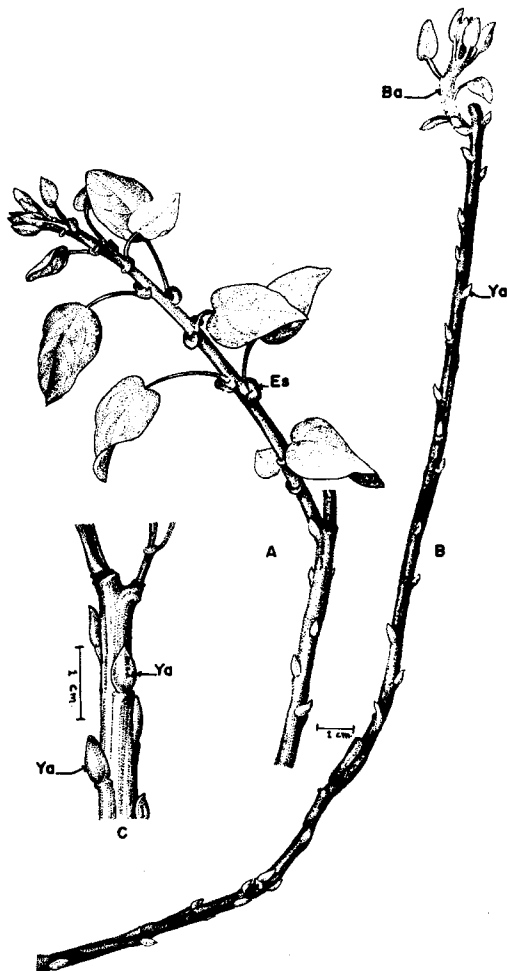


Fig. 20 *Vallea stipularis*. A. vástago con hojas. Obsérvese en la base del pecíolo las estípulas. B. vástago después de la caída de las hojas por impacto de las heladas. Tras la caída de las hojas se acelera el crecimiento de las yemas. C. detalle del vástago con las yemas axilares. Ya, yema axilar; Ba, brote axilar; Es, estípulas.

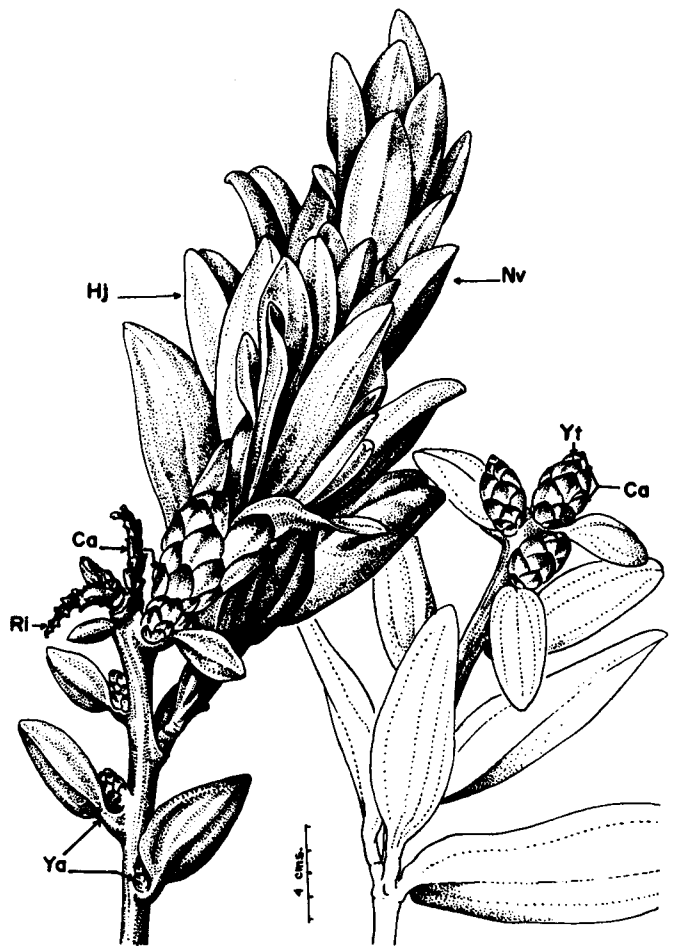


Fig. 21 *Macleania rupestris*. Las yemas terminales y axilares están protegidas por catafilos o tegmentos de consistencia dura. Tras los efectos de las heladas se desprenden las hojas, mientras los tegmentos protegen las yemas, al igual de lo que ocurre en plantas de las zonas templadas. Ca, catafilos; Hj, hojas; Nv, nuevo vástago; Ri, restos inflorescencia; Ya, yemas axilares; Yt, yemas terminales.

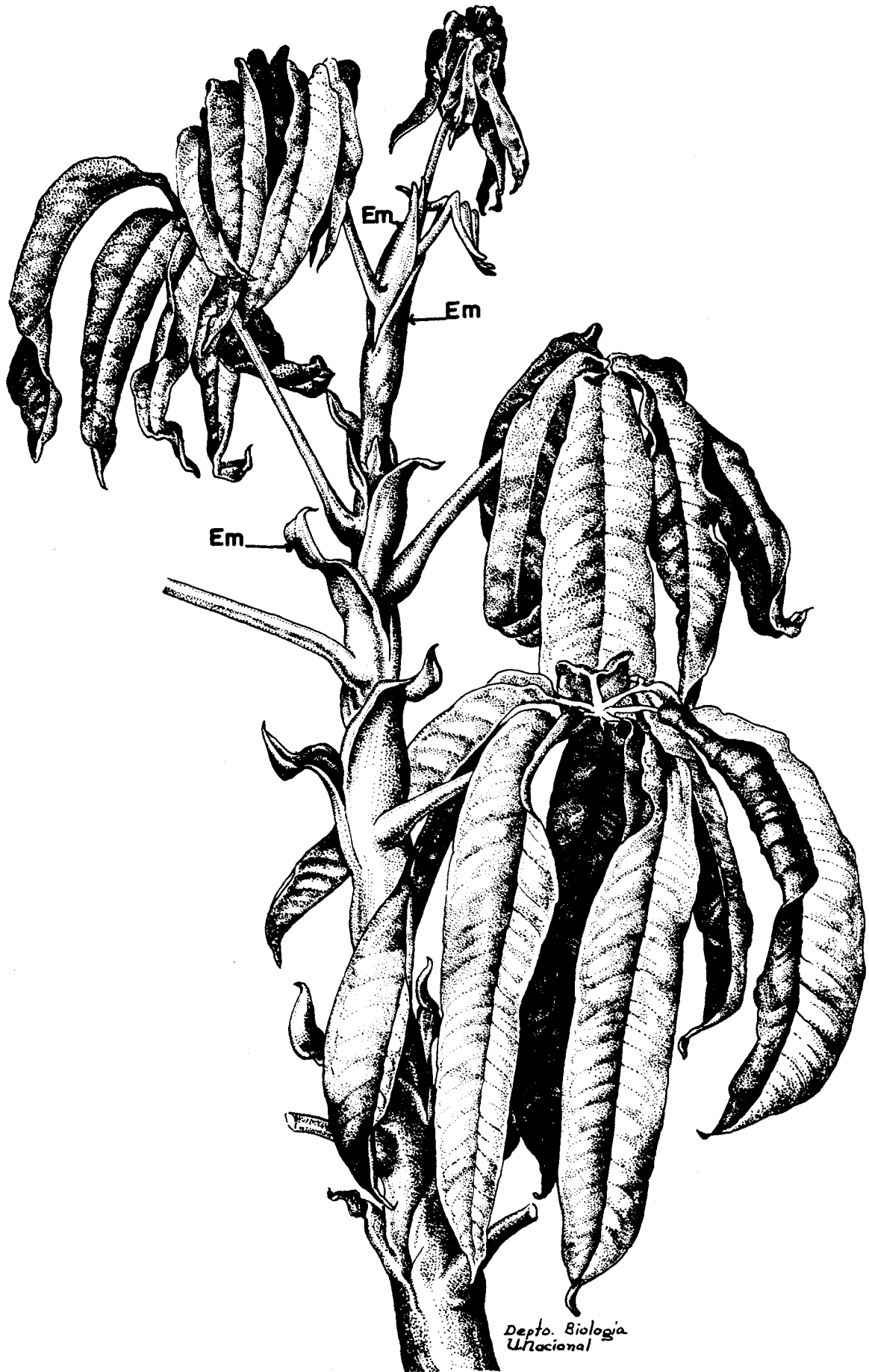


Fig. 22 *Schefflera fontiana*. Apice de una rama. Tanto la yema terminal como las axilares están protegidas por las estipulas mediales de consistencia coriacea y resistente. Tras las heladas se desprenden las láminas y pecíolos, mientras las estipulas continúan envolviendo el tallo. Em, estipulas mediales.

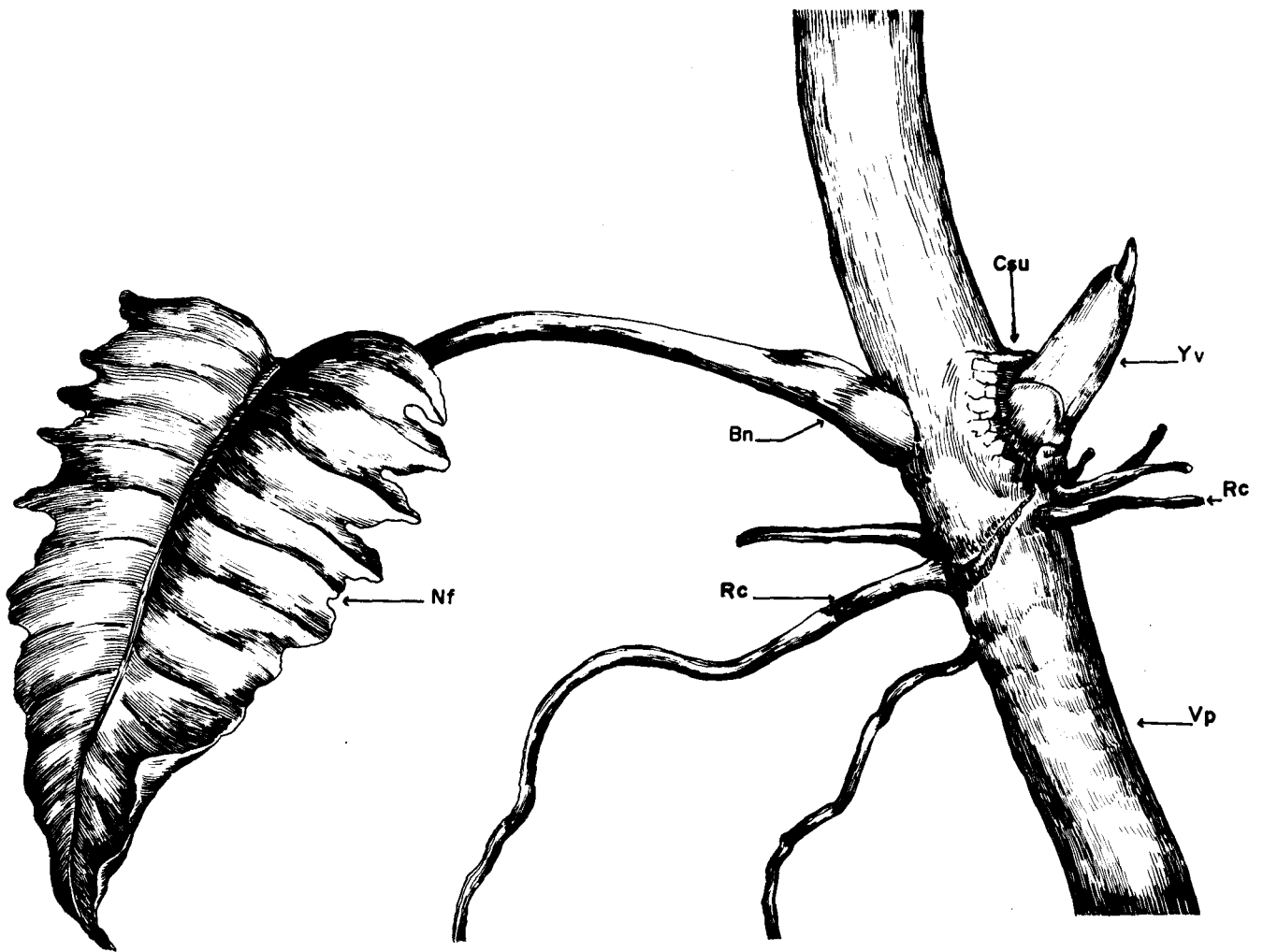


Fig. 23 *Philodendron leivae*. Obsérvese la capa protectora de suber que recubre la superficie del tallo. Cuando brotan las yemas vegetativas tienen que romper dicha capa para continuar el crecimiento. Csu, capa de suber rota; Vp, vástago principal.

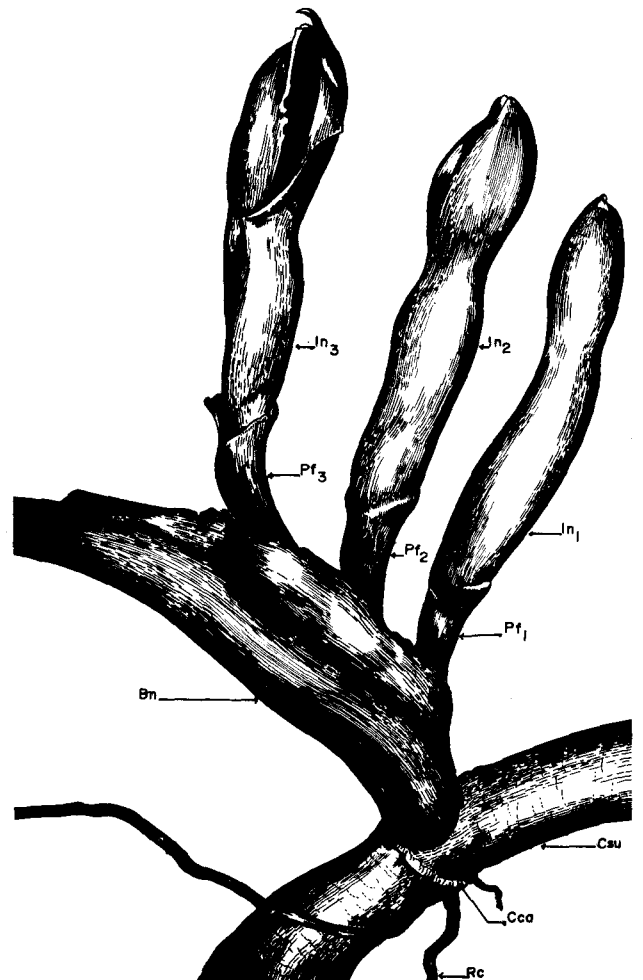


Fig. 24 *Philodendron leivae*. Mientras las yemas vegetativas se forman en la axila de los catafilos, las inflorescencias se originan en la axila de los nomofilos, en donde permanecen largo tiempo en estado de reposo protegidos por la base foliar. Bn, base nomofilo; Csu, cicatriz dejada al desprenderse el catafilo; In₁...n, inflorescencias de diferente orden; Rc, raíz caulinar; Pf₁...n, profilos de las inflorescencias de orden diferente.

2.6 Comportamiento fenológico:

Como consecuencia de las diferentes modalidades de promoción del crecimiento de las ramificaciones (acrotónica, mesotónica, basitónica) las copas de los árboles o arbustos están configuradas por vástagos de edad diferente. Por otra parte, en algunas de las especies estudiadas, por ejemplo, en las especies de *Tibouchina*, se distinguen dos clases de vástagos, a saber: vástagos cortos y vástagos largos (microblastos y macroblastos). La presencia en la copa de vástagos de diferente edad y la diferenciación de los vástagos en macro y microblastos determinan la no simultaneidad de la floración en un mismo individuo. En la parte inferior de la copa se encuentran vástagos floríferos de edad mayor que en el ápice y los microblastos florecen en el mismo año en que brotan. No así los macroblastos cuyos ápices pasan a la fase reproductiva al año siguiente de su brote, es decir, después de ramificarse y dar origen a nuevos microblastos y macroblastos insertos en la región basal y distal de la ramificación, respectivamente.

El comportamiento anteriormente descrito, se observa por ejemplo en árboles juveniles de una variedad de *Tibouchina lepidota* (Fig. 25) de crecimiento fuertemente monopodial basitónico. Floración simultánea de todos los vástagos presentan, en cambio, los árboles de otras variedades de la misma especie, en los cuales el ápice del eje principal oblitera y, por consiguiente, desarrollan sistemas de vástagos de crecimiento simpodial-acrotónico (Fig. 25-a), cuya innovación y ensanchamiento paulatino ocurre de manera similar a la descrita para el caso de *Croton mutisianus* (Figs. 16 y 17). Los árboles de esta variedad de *T. lepidota* ostentan singular belleza, por lo cual son muy apreciados para ornamentación de parques y jardines, públicos y privados, en las ciudades de clima frío de Colombia.

Las especies que presentan sinantoblastos terminales, en el sentido definido por Mora (1984), esto es sinflorescencias terminales o auxiliares especializadas en la reproducción (es decir desprovistas de hojas fotosintetizadoras), cada vástago termina en un sinantoblasto y solamente se ramifica después de haber ocurrido la fructificación. Por ejemplo, en *Meriania nobilis*, *Tecoma aestans*, *Oreopanax floribundum*, *Schefflera fontiana*, *Bocconia frutescens*, *Bocconia integrifolia*, entre otras. En estos casos las ramificaciones distales presentan crecimiento acrotónico, como ya se describió para el caso de *Bocconia frutescens* (Fig. 18); por lo tanto los vástagos más cercanos al ápice serán los primeros en florecer y fructificar en el período siguiente.

Cuando el crecimiento vegetativo del ápice caulinar es indefinido se forman inflorescencias durante todo el año. Pero aún así, el mayor número de inflorescencias se origina y desarrolla en la época de lluvias, por ejemplo, en las especies de *Gunnera* y en *Ceroxylon quindiuense*, entre otras.



Fig. 25 Arbol juvenil de *Tibouchina lepidota* en floración. Area de Experimentación del Jardín Botánico de Bogotá "José Celestino Mutis". Mientras las ramificaciones proximales florecen, las distales se encuentran en estado vegetativo.



Fig. 25 A. Arbol de *Tibouchina lepidota*. Floración simultánea de los vástagos de la copa de estructura simpodial.

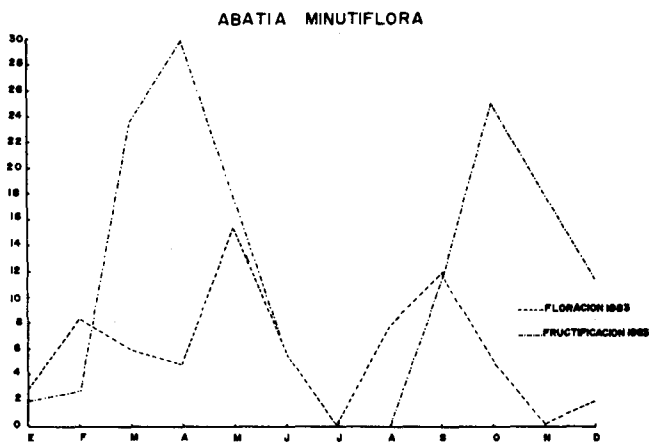
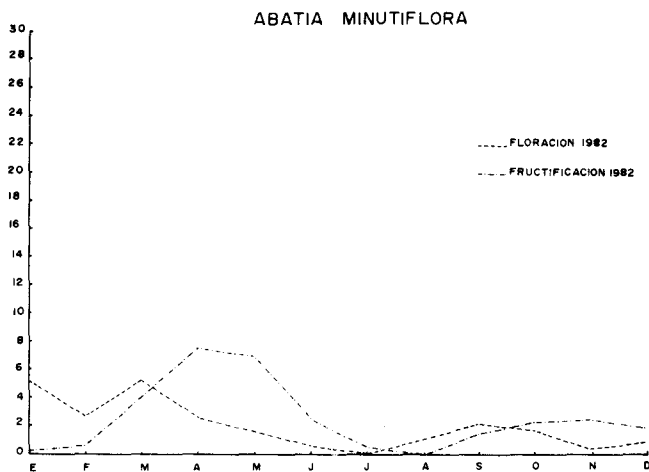


Fig. 26 A y B. Ritmos de floración y de fructificación de *Abatia minutiflora* en los años 1982 y 1983, respectivamente. Eje vertical: número de inflorescencias; eje horizontal: meses del año.

Los frutos de algunas de las especies estudiadas se desarrollan también durante las épocas de lluvias e inclusive maduran y lanzan las semillas en estas mismas épocas. Por ejemplo, *Abatia minutiflora*, (Fig. 26 A y B). En otras especies, como *Croton mutisianus* (Fig. 27 A y B), y *Vallea stipularis* (Fig. 28 A y B), la maduración de los frutos ocurre en las épocas secas y el lanzamiento de las semillas tan pronto comienzan las lluvias. Las épocas principales de maduración de frutos de *C. mutisianus* corresponden a los meses de febrero y agosto, salvo que ocurran heladas. La época principal de maduración de los frutos de *Vallea stipularis* coincide con la segunda época del año.

A manera de ejemplo, a continuación se señalan para algunas de las especies estudiadas las épocas principales de floración y fructificación, con base en datos recopilados en el área experimental asignada dentro de los predios del Jardín Botánico de Bogotá, durante 1982 y 1983. Los datos pluviométricos se registraron para esos mismos años, en la Estación Meteorológica del Himat instalada en la misma área experimental (Fig. 32). Lo propio los referentes a humedad relativa y temperaturas máximas y mínimas (Figs. 33, 34 y 35).

Abatia minutiflora (Fig. 26 A y B). Presenta la tendencia a florecer al comienzo o al terminar los

períodos de lluvia. Fructifica en pleno período de lluvias. Lanza las semillas al suelo también en este período y con frecuencia se encuentran plántulas en torno a los árboles adultos, en el área experimental del Jardín Botánico.

Tibouchina lepidota (Fig. 29 A y B), florece en plena época de lluvias o al comenzar éstas. La fructificación ocurre, generalmente, durante el segundo período de lluvias.

Croton mutisianus (Fig. 27 A y B), florece en las épocas de lluvia, especialmente durante los meses de abril, mayo y junio. Muestra fuerte tendencia a que los frutos maduren durante las épocas secas del año.

Bucquetia glutinosa (Fig. 30 A y B), florece durante los períodos anuales de lluvia, en particular, durante el primer período (marzo-junio). Fructifica al terminar el primer período de lluvias.

Vallea stipularis (Fig. 28 A y B), florece abundantemente durante el primer período de lluvias y la fructificación tiene lugar en los períodos secos.

Bomarea caldassi (Fig. 31 A y B), florece durante el primer período de lluvias; los frutos maduran,

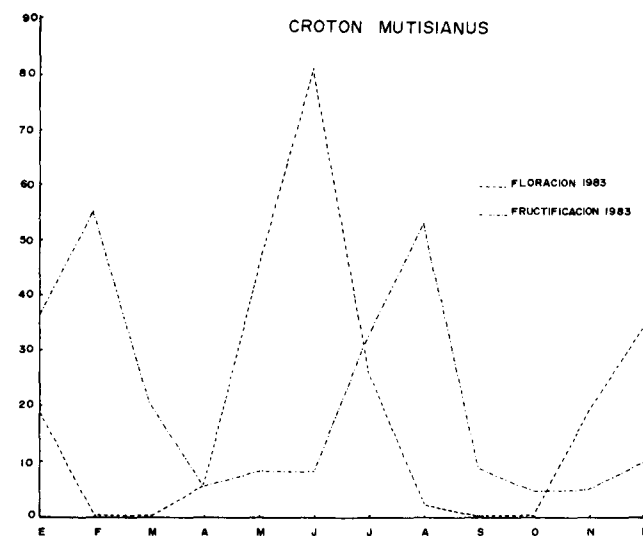
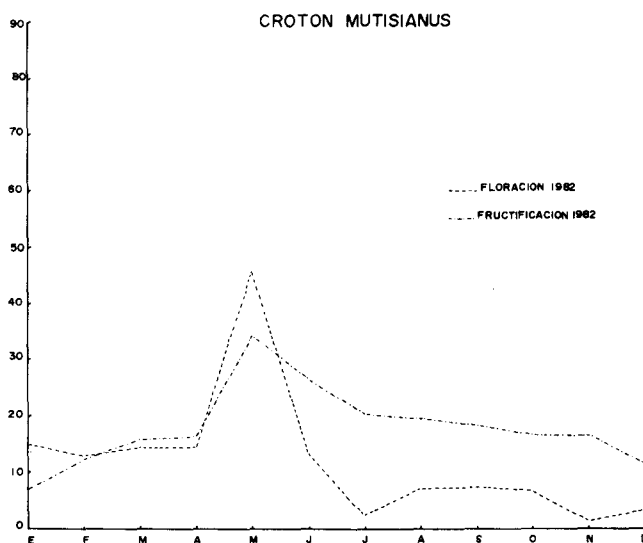


Fig. 27 A y B. Ritmos de floración y de fructificación de *Croton mutisianus*, en los años 1982 y 1983, respectivamente. Eje vertical: número de inflorescencias; eje horizontal: meses del año.

por lo general, durante los períodos secos o al comenzar los períodos de lluvia.

El proceso de fructificación en todas las especies arriba mencionadas, avanza de acuerdo con las características estructurales ya descritas; es decir, grado de ramificación, secuencia basipetal o acrotónica y modo simpodial o monopodial del crecimiento de cada vástago. Las plantas de la mayoría de las especies estudiadas presentan períodos de floración y fructificación prolongados, también en consecuencia de lo anterior. Lo propio ocurre para el caso de la maduración de las semillas. De allí también que la germinación de una muestra de semillas dada, procedente del mismo individuo, se extiende por un período relativamente largo. Además, como se desprende de las gráficas, en cualquier época del año, siempre es posible encontrar frutos o flores o ambos órganos en una planta dada.

Si para cada una de las especies mencionadas, se comparan las gráficas de floración y fructificación, correspondientes a los años 1982 y 1983, se observa que salvo el caso de *Vallea stipularis*, elemento florístico austral, tanto la floración como la fructificación

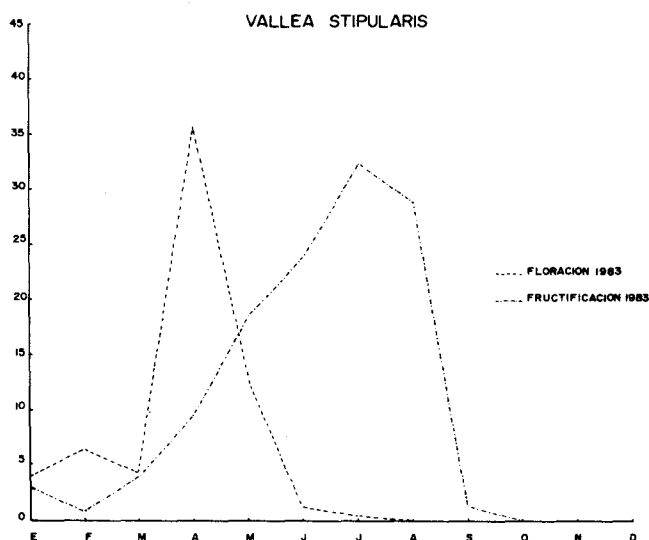
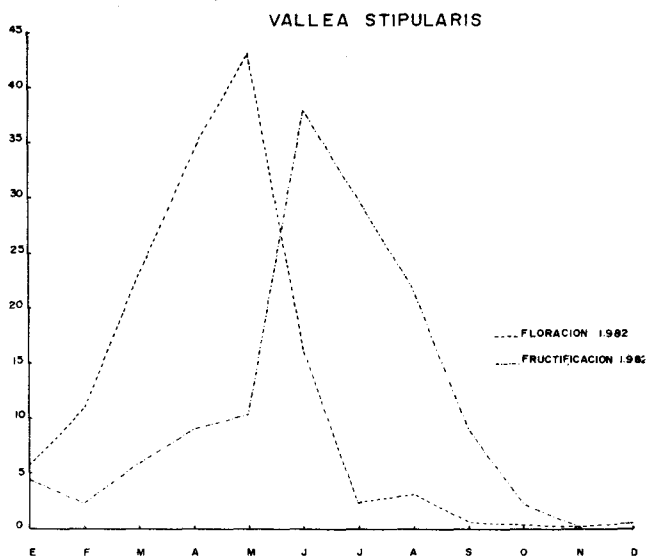


Fig. 28 A y B. Ritmos de floración y de fructificación de *Vallea stipularis*, en los años 1982 y 1983, respectivamente. Eje vertical: número de inflorescencias; eje horizontal: meses del año.

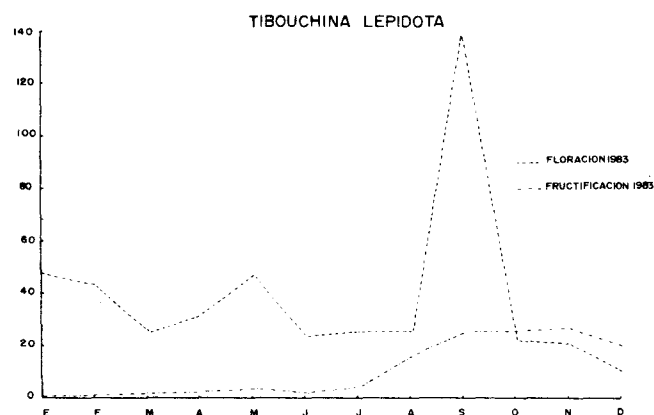
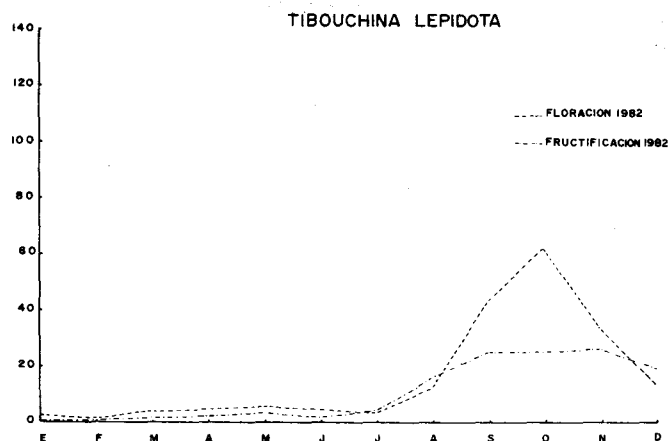


Fig. 29 A y B. Ritmos de floración y de fructificación de *Tibouchina lepidota*, en los años 1982 y 1983, respectivamente. Eje vertical número de inflorescencias; eje horizontal: meses del año.

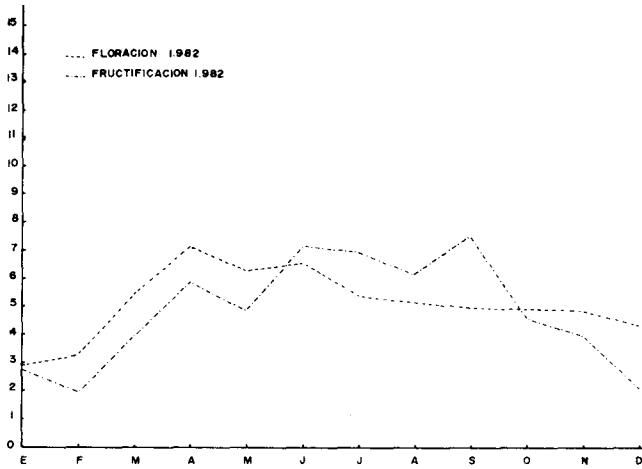
fructificación fue más abundante en 1983 que en 1982, aunque en buena medida coinciden en uno y otro año las épocas en que se presentan la máxima floración y la máxima fructificación, respectivamente. Por lo general, los períodos de floración máxima coinciden con las épocas de lluvia (Fig. 32).

Surge, desde luego, la cuestión cuál es el factor (o factores) que determina que en ciertos años la floración y por ende la fructificación sea más abundante que en otros años?

Por el momento no se disponen de suficientes datos que permitan analizar las posibles explicaciones alternativas y dar una respuesta definitiva. Sin embargo, en base a los registros disponibles, a título de hipótesis de trabajo, y una vez descartados los factores endógenos, en razón de que los registros se efectuaron en todas las especies utilizando siempre las mismas plantas, se puede suponer que la floración fue más abundante en 1983 por cuanto en este año predominó en la atmósfera una mayor humedad relativa (Fig. 33).

Por otro lado, en el sitio donde se efectuaron los experimentos según los registros disponibles, los mayores valores para la humedad relativa del aire, coinciden con los mayores valores de las temperaturas mínimas y viceversa (Fig. 35). Asimismo, los mayores valores de las temperaturas máximas tienden a coincidir con los mayores valores de la hume-

BUCQUETIA GLUTINOSA



BUCQUETIA GLUTINOSA

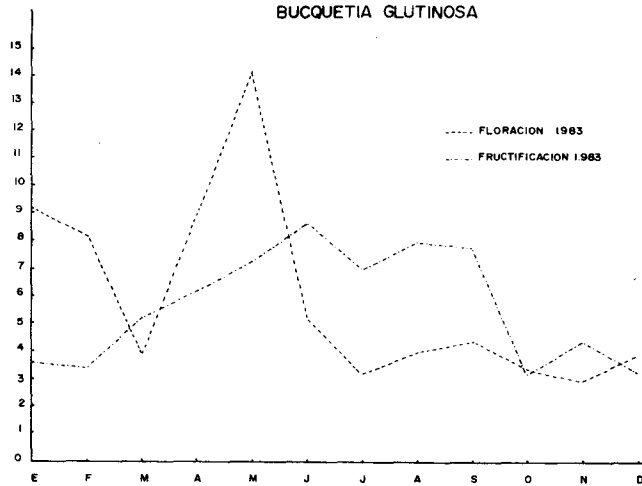


Fig. 30 A y B. Ritmos de floración y de fructificación de *Bucquetia glutinosa*, en los años 1982 y 1983, respectivamente. Eje vertical: número de inflorescencias; eje horizontal: meses del año.

dad relativa del aire (Fig. 34). En resumen, se tendría que la humedad relativa del aire ejerce, en cierta forma, un efecto semejante al de un invernadero. La precipitación pluvial (Fig. 32) juega solo indirectamente papel significativo, en cuanto contribuya al sostenimiento de la humedad relativa del aire.

Las altas humedades relativas del aire que se han registrado en desarrollo de este trabajo en los bosques naturales aledaños a la sabana de Bogotá, donde se encuentra las especies en cuestión, están también de acuerdo con la hipótesis planteada. En un trabajo más amplio del autor, que se publicará posteriormente, se ampliará y profundizará en este mismo tema.

Discusión general de los resultados experimentales

Ya en una contribución anterior del autor (Mora, 1979), se destacó, entre los resultados obtenidos, por revestir particular importancia para la conservación del bosque andino y el diseño de técnicas de propagación y cultivo de las especies silvestres alto-andinas, fuera de su ambiente natural, o

para la reforestación de áreas desprovistas de vegetación, con especies nativas, el siguiente: la humedad relativa del aire es el factor físico crucial para la supervivencia de las plántulas y de las plantas juveniles de los bosques andinos y altoandinos de Colombia. Los contornos y los estratos superiores de estos bosques se exponen a humedades relativas del aire significativamente bajas durante los períodos secos del año. O sea que entre las especies más afectadas se encuentran las que forman el docel y las heliófilas. Estas últimas ocupan, generalmente sitios prominentes del bosque y suelen ser también las que "colonizan" los nuevos espacios que surgen por derrumbes o deslizamientos en el interior del bosque nativo, o en nuevos espacios abiertos por construcción de obras, en particular, carreteras. Adaptaciones estructurales y fisiológicas, como las atrás mencionadas, les permiten sobrevivir durante tales períodos secos.

Son estas especies las que deben aprovecharse como pioneras en los intentos que se hagan de reemplazamiento forestal, con plantas nativas, y en el

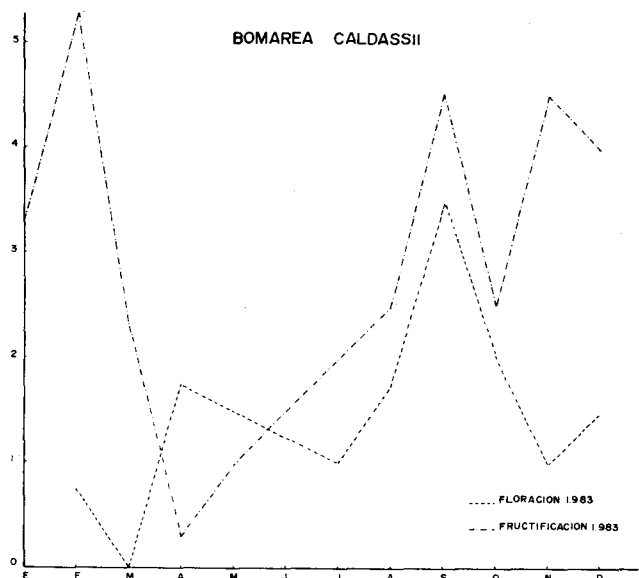
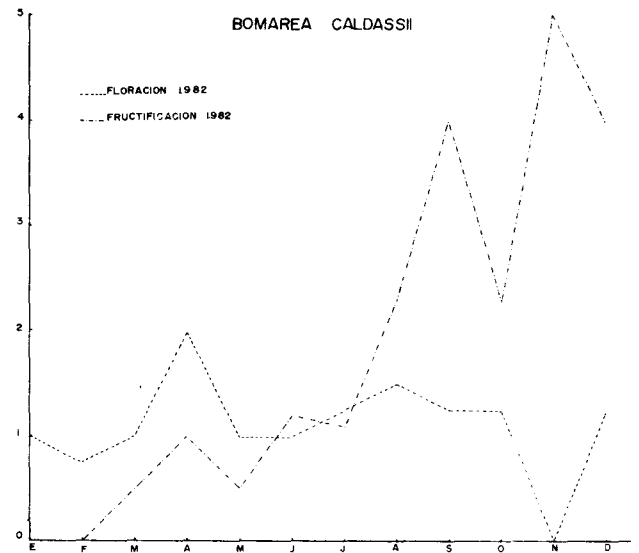


Fig. 31 A y B. Ritmos de floración y de fructificación de *Bomarea caldasii*, en los años 1982 y 1983, respectivamente. Eje vertical: número de inflorescencias; eje horizontal: meses del año.

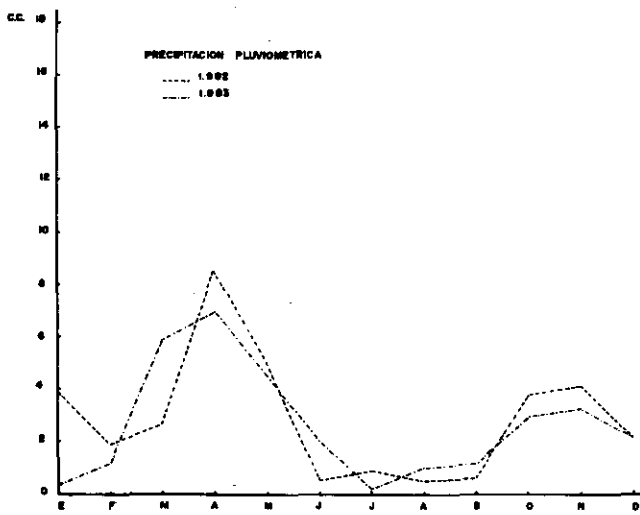


Fig. 32 Precipitación pluviométrica en el área experimental, en los años 1982 y 1983, respectivamente, según datos registrados en la estación meteorológica del Himat. Eje vertical: centímetros cúbicos de agua lluvia; eje horizontal: meses del año.

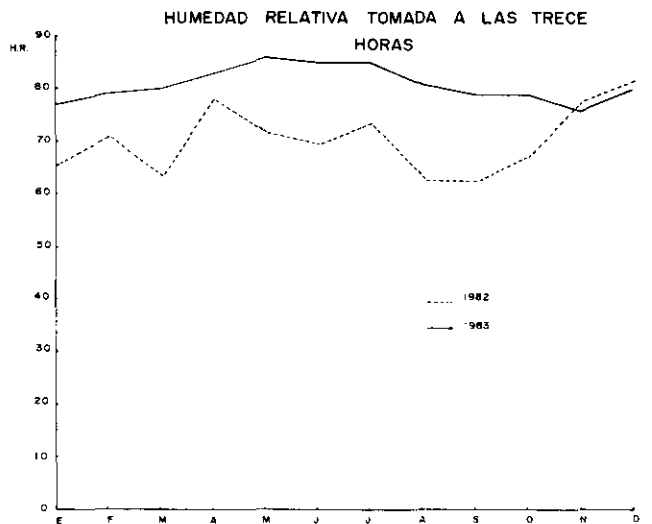


Fig. 33 Fluctuaciones de la humedad, relativa en los años 1982 y 1983, respectivamente, según mediciones hechas con el higómetro de ASSMANN en el área experimental. Eje vertical: humedad relativa; eje horizontal: meses del año.

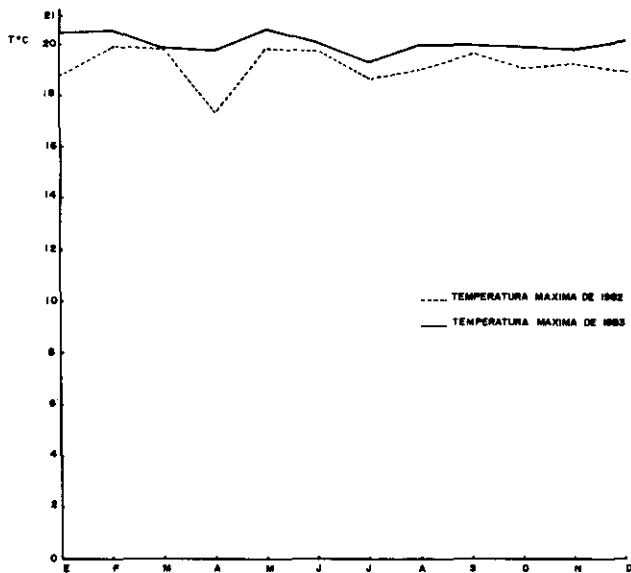


Fig. 34 Fluctuaciones de las temperaturas máximas durante los años 1982 y 1983, respectivamente, en el área experimental, según datos registrados en la Estación meteorológica del Himat.

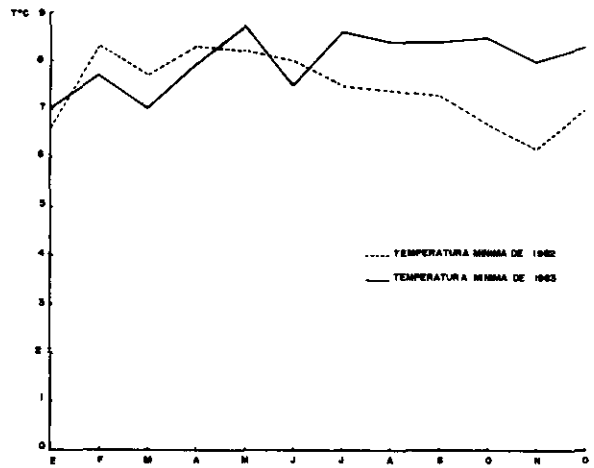


Fig. 35 Fluctuaciones de las temperaturas mínimas durante los años 1982 y 1983, respectivamente, en el área experimental, según datos registrados en la Estación Meteorológica del Himat.

ornato de jardines y parques públicos. Una vez establecido con tales especies una cubierta amortiguadora del impacto de los vientos y en general, de los factores ambientales adversos del medio físico, se debe proceder a plantar las especies que resistan mejor la sombra. De esta manera, poco a poco, se pueden restablecer al interior del bosque, al menos hasta cierta medida, condiciones similares a las originales que no sólo permitirán la supervivencia de las plántulas y plantas jóvenes, sino también que prosperen otras especies más susceptibles a descensos de la humedad. Esto se ha logrado ya en el área experimental donde se realizaron los estudios que sustentan los resultados de este trabajo.

En el bosque nativo tales descensos raras veces ocurren, ya que gracias a la masa vegetal disminuyen las corrientes de aire, la insolación y, por consiguiente, tanto la humedad relativa del aire como

la temperatura se estabilizan. En conjunto, la presencia del bosque determina el mantenimiento, al interior del mismo, de un microclima protector que impide el deterioro o aún la desaparición del bosque. Las adaptaciones estructurales de las especies contribuyen a ampliar este efecto protector.

En resumen, puede afirmarse que el mismo bosque alto-andino y andino y las adaptaciones de las plantas individuales que lo conforman aseguran su auto-mantenimiento.

En cierta forma, se tiene una situación análoga a la que ocurre en la selva tropical amazónica, pero este caso, no en referencia a la humedad relativa sino a la captación de los nutrientes, en cuanto que es el propio bosque amazónico el que hace posible la obtención y transporte lento hacia las raíces superficiales de tales nutrientes, de acuerdo con la "teoría del filtro" expuesta por Klinge (1973) y por

Fittkkau (1973). Es decir, en uno y otro caso, el bosque como totalidad crea la posibilidad de su supervivencia y de las plantas individuales que lo conforman. Si se destruye una área extensa del bosque nativo, difícilmente se reconstruyen las condiciones microclimáticas anteriores a la tala, máxime si las áreas taladas se someten luego a explotación intensa.

La tesis general derivada de los resultados preliminares de este estudio en el sentido que es la humedad relativa el factor crucial en el desarrollo y supervivencia de las especies de plantas, en particular, y del bosque nativo andino como totalidad, está también de acuerdo con la teoría expuesta por Lauer (1979) para explicar la notable asimetría altitudinal del límite superior del bosque nativo, en una y otra vertiente de las cordilleras andinas; en cuanto que la altura de dicho límite es mayor en las vertientes húmedas y correlativamente menor en las más secas.

CONCLUSIONES

1. En su orden las siguientes familias de la Flora Colombiana comprenden el mayor número de especies ornamentales: Meltastomatáceas, Rubiáceas, Ericáceas, Cesalpiniáceas y los Pteridófitos.
2. Las familias que se citan a continuación comprenden especies de flores vistosas y fragantes: Rubiáceas, Mirtáceas, Lauráceas, Marcgraviáceas, Verbernáceas, Zingiberáceas, Actinidáceas, Clusiáceas, Flacourtiáceas, Fabáceas, Mirfísticáceas, Mirsináceas, Lecitidáceas e Hipocastanáceas.
3. Las semillas de las plantas estudiadas no requieren de períodos de latencia. Tan pronto caen al sustrato inician el proceso de germinación. La viabilidad dura poco tiempo. Solamente las semillas de plantas propias de lugares secos muestran períodos de viabilidad más largos.
4. Mediante la selección de las semillas con embrión se puede mejorar notablemente los porcentajes de germinación, en particular, en el caso que un sólo fruto produzca numerosas semillas de tamaño muy pequeño. En el caso de las especies *Mutisia intermedia* y *M. clematis* la exposición de los sinancios o los polinizadores (colibríes) aumenta el número de semillas provistas de embrión.
5. En las plántulas de germinación epígea se observa que en ciertas regiones de la raíz, particularmente en el cuello, abundan micelios de hongos micorrícicos. En cambio, tales raíces no presentan pelos absorbentes.
6. Las plántulas de las especies epífitas estudiadas: *Anthurium scandens* y *A. crassinervium* almacenan sustancias nutritivas en la raíz principal y en el hipocótilo y presentan largos períodos de reposo o suspensión del crecimiento.
7. Las semillas de *Ceroxylon quindiuense* y, en general, las de germinación hipógea, poseen mayor autonomía en cuanto que antes de que aparezcan los eofilos fotosintetizadores, el meristemo terminal origina catafilos que protegen la yema terminal.
8. Durante los períodos de lluvia el crecimiento longitudinal del tallo es mayor. Además, en algunas especies estudiadas se observan ritmos endógenos en la variación de la longitud de los internodios (especies de *Oreopanax*), correlacionados con las estaciones de lluvia y de sequía.
9. El crecimiento longitudinal del sistema radical guarda correlación con el del tallo. Por lo cual el del primero presenta también ritmos estacionales.
10. En las especies arbóreas monopodiales estudiadas predomina la promoción basitónica de vástagos de renuevo y de las ramificaciones vegetativas. Los árboles simpodiales presentan promoción hipotónica de las ramificaciones de la copa. En *Podocarpus*, en el eje caulinar se suceden alternativamente sectores con ramificaciones y sectores sin ramificaciones. La formación de tales sectores sigue un ritmo estacional.
11. En *Bocconia frutescens* la intensa promoción basitónica de los vástagos de renuevo conduce eventualmente a la obliteración de la parte superior del vástago principal. Lo mismo suele ocurrir en *Coriaria thymifolia*, aún en etapas tempranas del desarrollo.
12. Bajo condiciones de cultivo y en los reductos de bosques devastados, las especies estudiadas muestran gran susceptibilidad a las heladas y a los descensos bruscos de la humedad relativa. Sin embargo, poseen adaptaciones que contribuyen a contrarrestar o, al menos, a disminuir los efectos de los factores ambientales mencionados.
13. En la evaluación de los ritmos fenológicos se debe tener en cuenta factores endógenos, tales como modalidades de promoción de crecimientos de vástagos de renuevo, ramificaciones vegetativas, posición de las inflorescencias y diferenciación de los vástagos vegetativos (macro- y microblastos).
14. Por lo general, los períodos de máxima floración coinciden con los períodos de máxima precipitación pluvial. Algunas especies fructifican al máximo y dispersan las semillas en las épocas de lluvias, mientras otras especies maduran los frutos en épocas secas y dispersan los frutos al comenzar la siguiente época de lluvia.
15. La persistencia a lo largo de un año de valores más altos de la humedad relativa del aire ejerce un efecto similar a la de un invernadero, en cuanto que se elevan los valores promedios de las temperaturas máximas y mínimas para ese

mismo año. Como efecto global aumentan la intensidad de la floración y de la fructificación de muchas de las especies estudiadas.

16. La presencia del bosque determina el mantenimiento, al interior del mismo bosque, de

un microclima protector que impide el deterioro o aún la desaparición del bosque nativo. Las adaptaciones estructurales de las especies contribuyen a ampliar este efecto protector.

BIBLIOGRAFIA

1. CUATRECASAS, J. 1934. Observaciones geobotánicas en Colombia. Madrid.
2. DELGADO, A. y D. VALLEJO 1977. El Potencial forestal de Colombia, CONIF (Corporación Nacional de Investigaciones y fomento forestal) serie técnica No. 2.
3. DELGADO A. y D. VALLEJO 1977. El aprovechamiento Forestal de Colombia. CONIF, (Corporación de Investigación y Fomento Forestal) Serie Técnica No. 4.
4. FITTKAU, E.J. 1973. Artenmannigfaltigkeit amazonischer Lebensräume aus ökologischer Sicht, Amazoniana 4 (31): 321-430.
5. FONT QUER, P. 1953. Diccionario de Botánica. Editorial Labor S.A. Barcelona.
6. GUHL, E. 1974. Las lluvias en el clima de los Andes ecuatoriales húmedos de Colombia. Cuadernos geográficos No. 1, Universidad Nacional de Colombia, OID, Bogotá.
7. KLINGE, H. 1973. Struktur und Artenreichtum des zentralamazonischen Regenwaldes. Amazoniana 4: 283-292.
8. LAUER, W. 1979. Die hypsometrische Asymmetrie der Páramo-Höhenstufe: in den nördlichen Anden. Innsbrucker geographische Studien 5: 115-130.
9. MORA-OSEJO, L.E. 1979. Experiments on cultivation of man-menaced trees and shrubs from the natural mountain forest of Colombia. Symposium on Scientific bases of studing and controlling anthropogenic transformation of natural ecosystems. IGU—Comision on Environmental Problems, July 1-12. Moscú.
10. MORA-OSEJO, L.E. 1984. Flora de Colombia: Haloragáceas. Imprenta Nacional. Bogotá.
11. SCHULTES, R.E. 1951. La Riqueza de la Flora de Colombia. Revista de la Academia Colombia de Ciercias Exactas, Físicas y Naturales 8: 230-241.